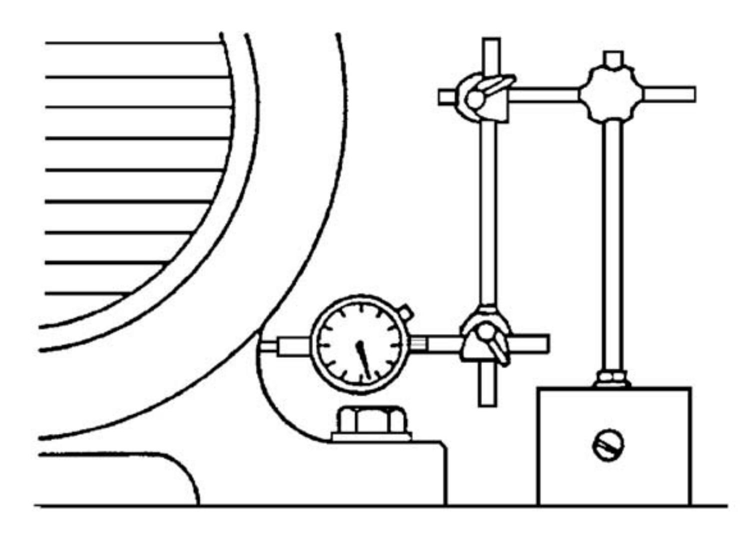
1. ضع المؤشرات القرصية المركبة على القاعدة في مكان قدم الماكينة أو في النقطة التي تُحدد من حساب التوازن.
2. قم بضبط المؤشرات القرصية على صفر.
3. قم بتحريك الماكينة للاتجاه الصحيح بالمقدار المحدد مع التأكد من أن جميع المؤشرات القرصية متفقة معًا.

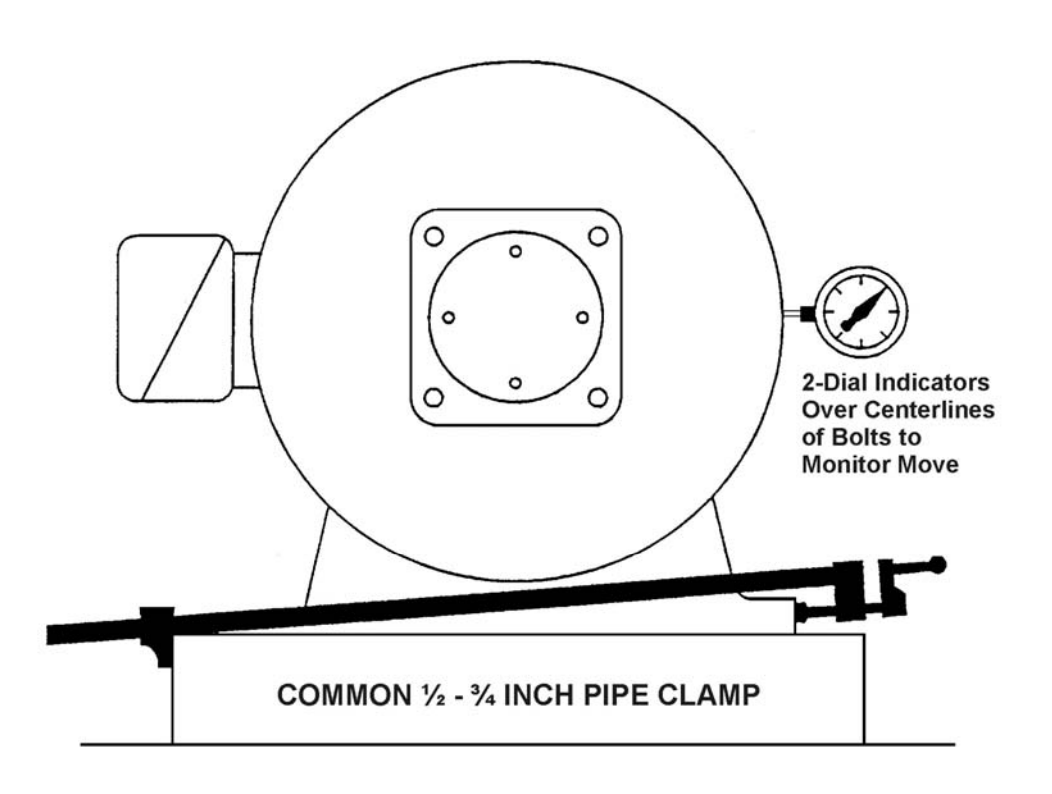


الشكل 37 – ضبط المؤشرات القرصية

بغض النظر عن الأداة أو الطريقة المستخدمة في تحريك الماكينة، من الضروري السيطرة على الماكينة والتحكم فيها.

أشهر مشكلة تواجهنا عند تحريك الماكينة أفقيًا هي عدم وجود مسمار ضبط في الماكينة للتحكم في الماكينة بشكل دائم، إذا لم يتم تركيب مسامير الضبط يمكن استخدام مسامير هيدروليكية صغيرة لتحريك الماكينة إذا كان يدعمها من الخلف هيكل صلب مثل رافدة أو حائط صلب أو قاعدة ملاصقة. ويمكن كذلك استخدام سلسلة ساقطة أو جانبية. ومرة أخرى يجب أن يتم ربطها بشيء صلب أو غير متحرك ويتم تشغيلها بنقرة واحدة كل مرة.

ومن الأفكار الجيدة أيضًا استخدام قارنة أو قارنة أنبوبية، كما هو موضح في الشكل 38، يتم تركيبها وتشغيله لتحريك الماكينة بسلاسة في الاتجاه المطلوب.

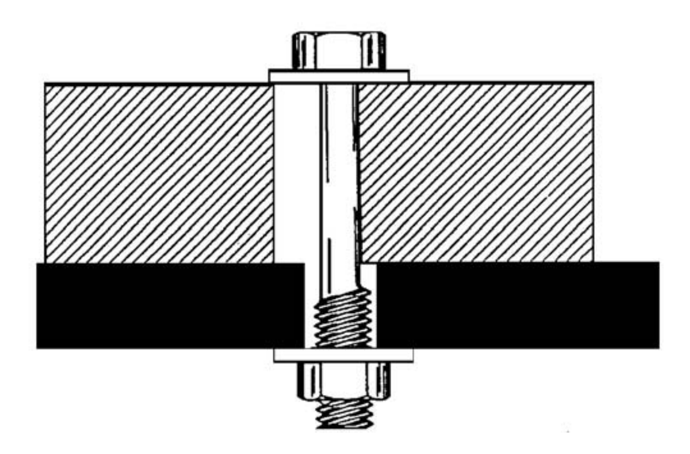


الشكل 38 – تحريك الماكينات دون مسامير ضبط

الهدف رقم20
شرح عملية تحريك ماكينة أصبحت مربوطة بالمسامير.

عند هذه النقطة من عملية التوازن، قد تعتقد أنك قد نجحت الآن؛ إلا أنه لا يزال هناك مشكلة أخرى قد تواجهها، وأما من يعمل منكم في هذا العمل، فإنه يعلم أن الربط بالمسامير يحدث كثيرًا. كما أن الحركة الأفقية المطلوبة تعتبر أكبر من قيمة التفاوت المسموح به في القدم.

من أكثر الحلول شيوعًا لولبة المسمار، رغم أن ذلك ليس هو الحل المطلوب، يمكنك أن الحصول على عدة آلاف من البوصات من خلال إزالة المواد الزائدة على جانب ساق المسمار مما يساعدك على الوصول إلى الوضع الأفقي المناسب للماكينة، كما هو موضح في الشكل 39.



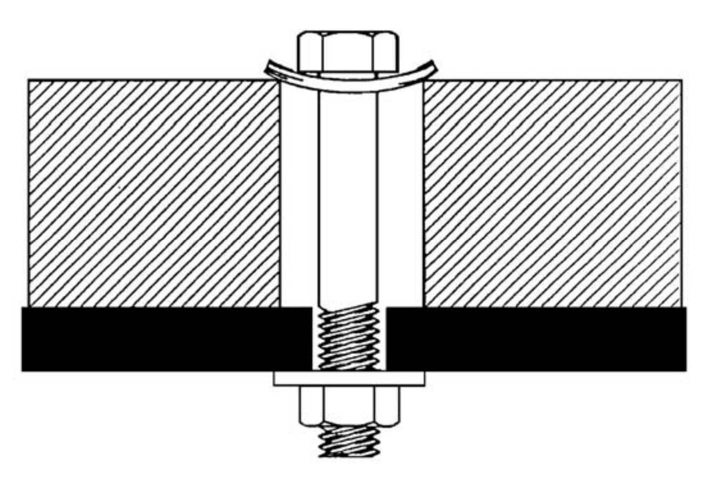
الشكل 39 – مسمار ملولب

الإجراء الاحتياطي الوحيد الذي يجب التأكيد عليه هو **عدم** إدارة قطر الساق لأسفل لأقل من قطر جذر سن اللولبة على المسمار. إذا أزيلت مواد كثيرة، فإنها سوف تقلل بشكل كبير على قوة إمساك المسمار، ومن المحتمل أن تجعله ينكسر عند إحكام الربط عليه.

من الخيارات المحتملة الأخرى تركيب المسار الأصغر مباشرة في مكان القدم المربوط بالمسمار إن وجدت الفتحة الدقيقة. في المواقف التي توجد بها قاعدة ذات فتحة ملولبة أو مسدودة، يمكن تركيب ملف لولبة. قبل القيام بذلك، قد يكون من الجيد التأكد مما إذا كان المسمار الأصغر مباشرة سوف يوفر قوة مسك كافية دون خلق مشكلة للماكينة.

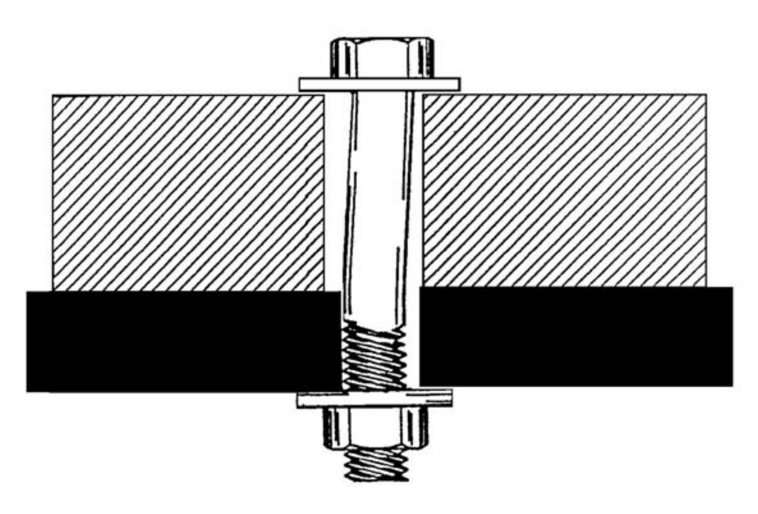
من الممارسات الشائعة ثقب الفتحة في القدم بما يسمح للماكينة بالحركة، إذا استخدمت هذه الطريقة، احرص على التأكد من أن الفتحة لا تتجاوز حجم الفلكة.

إذا كانت الفلكة صغير جدًا على الفتحة سوف تتحدب أو تتقعر عند إحكام ربط المسمار كما هو موضح في الشكل 40، ولتفادي ذلك، يمكنك أن تضع الفلكة التالية الأكبر في الحكم أسفل الفلكة ذات الحجم الصحيح للمسمار الذي يجري استخدامه أو أن تستخدم صفيحة من الصلب، عادة تكون بسمك ربع بوصة بها فتحة تكون أكبر قليلا لتغطية الفتحة الكبيرة في القدم.



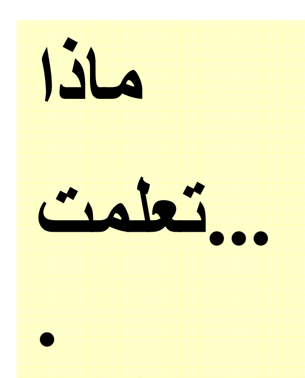
الشكل 40 – الفلكة القارنة

كما أن المسامر المنحني يكون له نفس التأثير، فعند إحكام ربط المسمار، سوف يحدث تأثير بيضي الشكل أو محدب، ويمكن أن يحرك الماكينة خارج التوازن المطلوب كما هو موضح في الشكل 41، ومن الواضح أن الحل الأمثل هو إعاة تصميم القاعدة بحيث يمكن إجراء الحركات الأفقية المطلوبة. وقد لا يتطلب ذلك إلا لولبة فتحات جديدة لمسمار الربط وتشغيل الأسطح عند المكان الذي سوف تتلامس فيه الماكينة والقاعدة. ويمكن تجنب العديد من هذه المشكلات أو التنبؤ بها إذا تمت متابعة قائمة الفحص قبل التوازن متابعة دقيقة.



الشكل 41 – المسمار المنحني

ملخص



يغطي هذا الفصل المراحل الثلاثة المتعلقة بتحريك الآلة والتوازن. يمكن تيسير عملية التوازن باتباع تسلسل منطقي، علاوة على ذلك، فإن أية مشكلات تحدث يمكن السيطرة عليها بسرعة عند إجراء عملية التوازن في المراحل المختلفة.

وقد تتمتع عملية تحريك الماكينات بنفس الأهمية التي تتمتع بها عملية قياس الاتزان. ومن خلال التحكم الدقيق في حركات الماكينات يصبح من السهل المحافظة على الاتزان الدقيق الذي تم قياسه.+

أسئلة للمراجعة

1. صف باختصار مراحل التوازن الثلاثة.

2. اذكر طريقتين للتحكم في الحركات الأفقية.

3. ما هي الأدوات التي يمكن استخدامها لمراقبة الحركات الأفقية للماكينات من أجل التأكد من دقتها؟

4. ما هو تأثير استخدام العديد من رقائق الضبط أثناء حركات الماكينات الرأسية؟

5. ماذا يقصد بالحالة التي تكون قيها الماكينة "مرتبطة بمسمار" (bolt bound) وكيف يمكن إصلاحها؟

الفصل 4

التوازن الدقيق

مقدمة

توجد حاليًا ثلاث طرق تستخدم لحساب مقدار التغيير في رقائق الضبط والحركات الأفقية المطلوب لتحقيق توازن دقيق في الماكينة. وكل طريقة تستطيع أن تصل إلى نفس النتائج باستخدام صيغ رياضية أو حلول بيانية أو كليهما، وهناك عدة أدوات متوفرة للمساعدة في هذه العملية؛

أولها حاسبة جيب بسيطة، ويمكن إنجاز حركة الماكينات بمنتهى الدقة باستخدام الصيغة المناسبة والفهم الأساسي لعملية التوازن. أما الطريقة الثانية في الحل باستخدام الرسم البياني، وعادة ما تستخدم هذه ورقة رسم بياني مقاس 10×10 بوصة لرسم عرض بياني للماكينات ومقدار الحركة المطلوبة لتصحيح الخلل في التوازن. أما الطريقة الثالثة فهي تتم باستخدام الحاسب، سواء الحاسب الشخصي أو حاسب من نوع خاص مصمم خصيصًا لعلمية التوازن.

وفي هذا الفصل سوف ندرس الحلول الرياضية والبيانية للخلل في التوازن. وسوف نذكر طريقة الحاسب فقط لنطلعك عليها. وفيما يلي نقدم طرق إجراء عملية التوازن التي درسنها وطرق حلها:

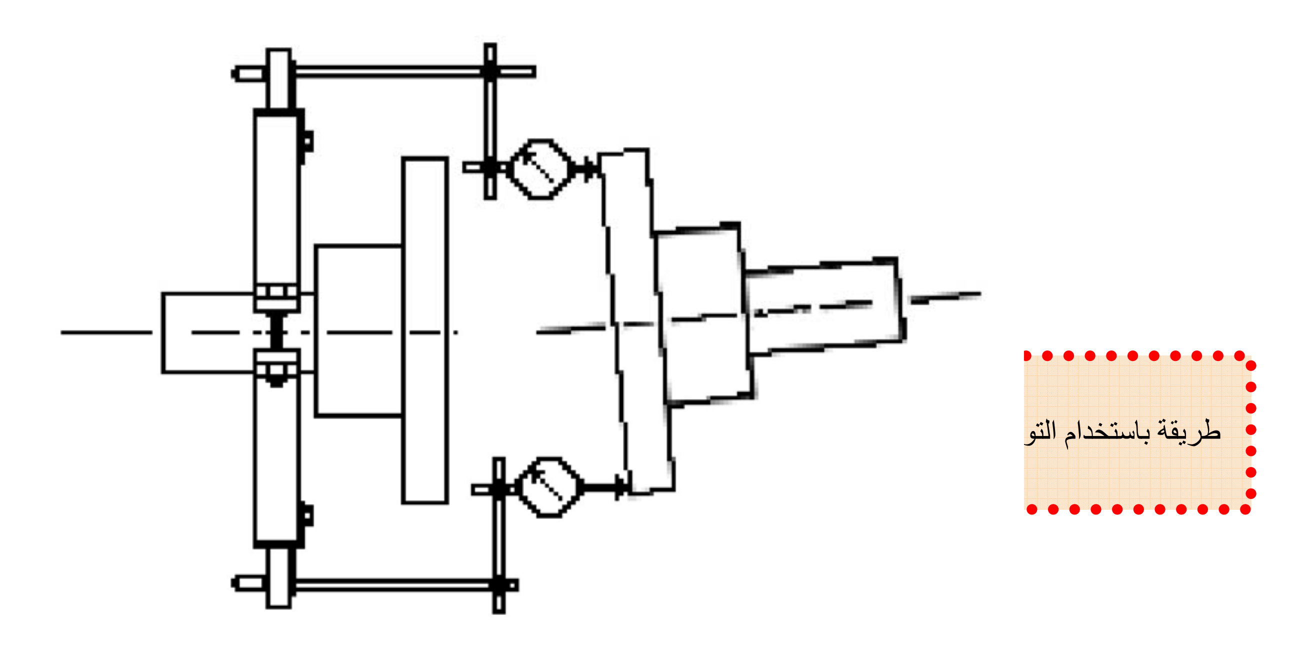
- طريقة الإطار والوجه (Rim and Face) (رياضيًا فقط)
- طريقة القرص المتصالب (Cross Dial) (رياضيًا وبيانيًا)
- طريقة القرص العكسي (Reverse Dial) (رياضيًا وبيانيًا)

طريقة الإطار والوجه

عادة ما تستخدم طريقة الإطار والوجه إذا كانت اعتبارات المساحة تمنع استخدام طريقتي القرص المتصالب أو القرص العكسي؛ وهي تعتبر أيضًا الطريقة الوحيدة التي يمكن استخدامها عندما يتعذر إنجاز دوران كلا العمودين. ولا يمكن حساب نتائج الخلل في التوازن إلا رياضيًا ويجب أن يتم حساب الخلل في التوازن الزاوي والمتوازي بشكل منفصل. بعد إجراء عملية التوازن التقريبي يجب إزالة الخلل ف التوازن الزاوي قبل حل الخلل في التوازن المتوازي، لهذا السبب فإن طريقة الإطار والوجه أكثر تعتبر استهلاكًا للوقت من طريقتي التوازن الأخريين.

(

يستخدم قرص الوجه لقياس المسافة بين وجهي القارنة. وسوف يعمل ذلك على قياس الخلل في التوازن الزاوي في الصفائح الأفقية (في وضع الساعة 3 ووضع الساعة 9) والرأسية ((في وضع الساعة 12 ووضع الساعة 6). وتعطي قراءة المؤشر الإجمالي (TIR) الاختلاف الفعلي بين وجهي القارنة. ولن يكون لارتخاء الشدادة تأثير على قراءة الوجه، بسبب وضع القرص الخاص بوجه القارنة. وسوف تظل مسألة تحتاج إلى الدراسة عند أخذ قراءة الإطار. ويوضح الشكل 42 وضعًا نموذجيًا لأخذ قراءة الوجه.



طريقة باستخدام التو

الشكل 42 ــــ الوضع النموذجي لأخذ قراءات الوجه

الإجراءات

1. قم بتصفير المؤشر على وضع الساعة 12 (وضع الساعة 3 للحركات الأفقية).
2. قم بإدارة المؤشر 180 درجة وقراءة الخطأ من الاختلاف في القراءة.
3. قم بقياس قطر قارنة مستوى المؤشر.
4. قس المسافة بين وجه القارنة والقدم الأمامية والقدم الخلفية.
5. احسب حركة رقيقة الضبط المناسبة (أو الحركة الأفقية بالصيغة التالية:

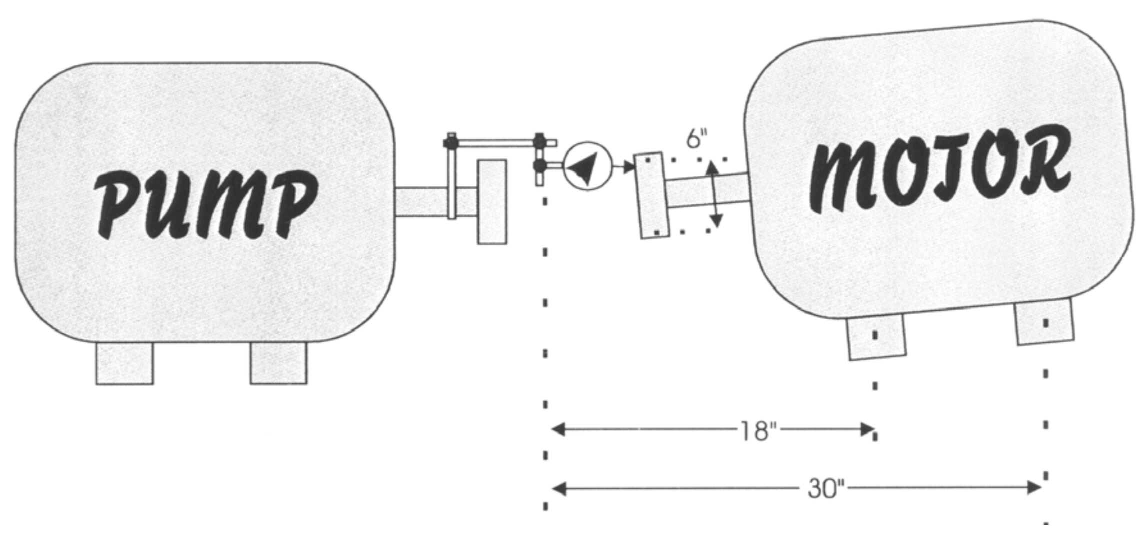
الضبط = الفجوة × طول القدم مقسومة على قطر القارنة

المثال رقم 1 – حساب الخلل في التوازن الزاوي بطريقة الإطار والوجه

مستخدمًا المعلومات التالية والشكل 43 احسب حركات رقيقة الضبط المطلوبة لتحقيق أفضل توازن زاوي.

- قراءة الوجه في الساعة 12: ".000

- قراءة الوجه في الساعة 6:   -.072"



الشكل 43 – حساب الخلل في التوازن الزاوي بطريقة الإطار والوجه (المثال رقم 1)

الحل:

$$\text{Front Foot Adjustment} = \frac{-.072" \times 18"}{6"} = -0.216"$$

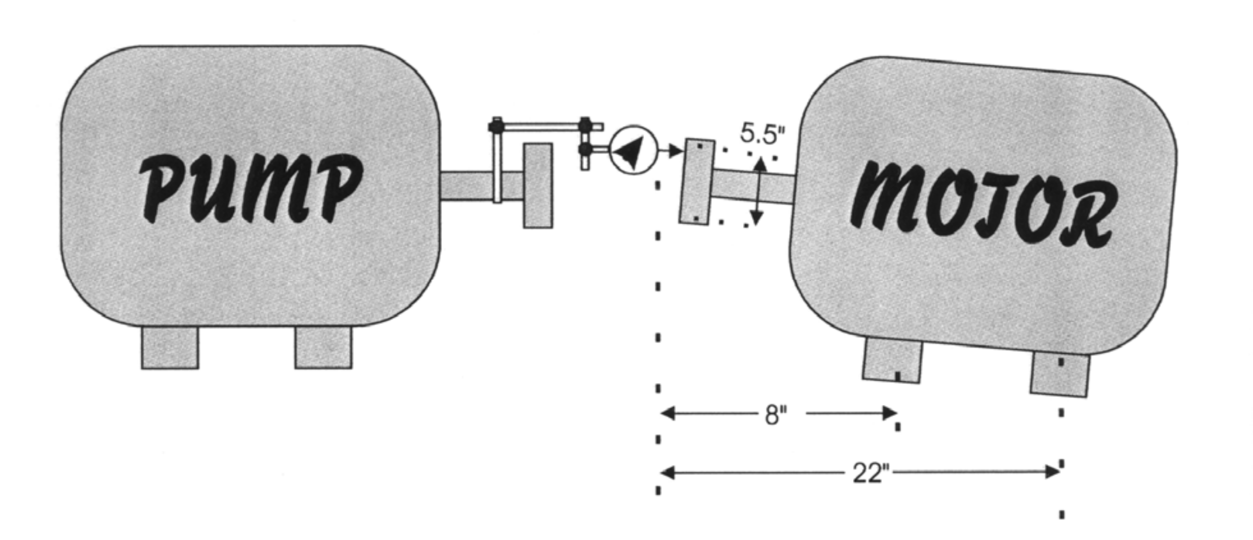
$$\text{Rear Foot Adjustment} = \frac{-.072" \times 30"}{6"} = -0.360"$$

هذه الحسابات تخبرنا أنه من أجل تحقيق أفضل ضبط زاوي سوف يكون من الضروري إزالة 216 بوصة من القدم الأمامي و 360 بوصة من القدم الخلفي. أما الأرقام السالبة فهي عادة ما توضح رقائق الضبط التي يجب إزالتها، بينما الأرقام الموجبة توضح أن ثمة حاجة لإضافة رقائق ضبط.

تمرين طريقة الإطار والوجه رقم 1

مستخدمًا قراءات المؤشر القرصي التالية والمعلومات الموضحة في الشكل 44 احسب تعديلات رقيقة الضبط اللازمة لتحقيق أفضل توازن زاوي.

- قراءة الوجه في الساعة 12: .000"
- قراءة الوجه في الساعة 6: +.023"



الشكل 44 - تمرين طريقة الإطار والوجه رقم 1

تعديل القدم الأمامية

____

تعديل القدم الخلفية

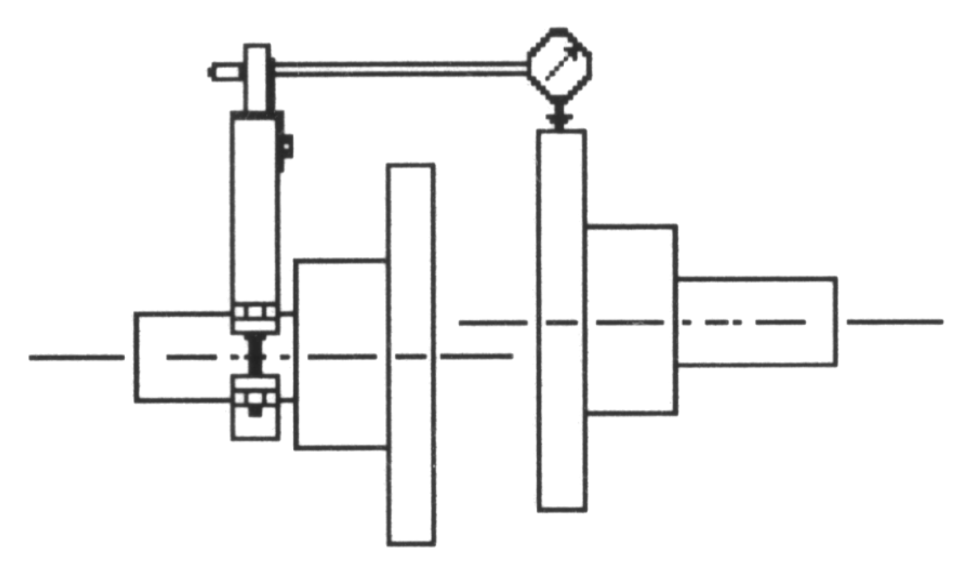
____

يقوم المؤشر القرصي الموضوع لأخذ قراءة الإطار بقياس مقدار الخلل في التوازن المتوازي، وعادة ما يكون إجمالي قراءة المؤشر ضعف التوازن الفعلي، ولذلك فإن حركات في رقائق الضبط لتصحيح الخلل في التوازن المتوازي سوف تكون دائمًا نصف القراءة الإجمالية للمؤشر. ويجب أخذ ارتخاء الشدادة في الاعتبار أثناء إجراء عمليات التوازن الرأسي، ولكنها لن تكون ذات أهمية لعمليات الضبط الأفقي. ويوضح الشكل 45 الوضع النموذجي لأخذ قراءة الإطار.

22الهدف
حساب انعدام التوازن المتوازي باستخدام طريقة الإطار والوجه.

ملاحظة:

من الممكن إضافة ارتخاء الشدادة للقراءة صفر في هذا الوقت أو إضافتها للقراءة الإجمالية للمؤشر في النهاية، قبل أخذ القراءة مباشرة (وهذا الأمر ليس ضروري للحركات الأفقية).



الشكل 45 ـــ الوضع النموذجي لأخذ قراءات الإطار

الإجراءات

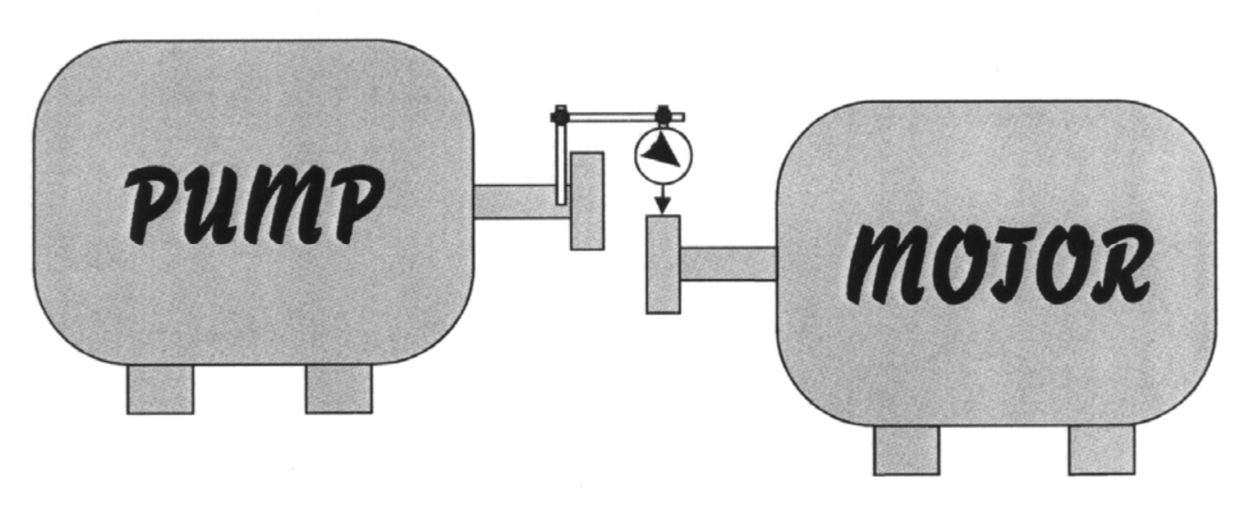
1. قم بتصفير المؤشر على وضع الساعة 12 (وضع الساعة 3 للحركات الأفقية).
2. قم بإدارة المؤشر 180 درجة وقراءة الخطأ من الاختلاف في القراءة. هذه هي القراءة الإجمالية للمؤشر.
3. احسب حركة رقيقة الضبط المناسبة عن طريق قسمة القراءة الإجمالية للمؤشر على 2، فينتج عن ذلك توازن الرقيقة للأقدام الأربع. الصيغة التالية هي الصيغة المستخدمة لحساب تعديلات رقيقة الضبط للخلل في التوازن المتوازي.

$$\text{Foot Adjustment} = \frac{\text{TIR} + \text{Sag}}{2}$$

المثال رقم 2 – حساب الخلل في التوازن المتوازي بطريقة الإطار والوجه

مستخدمًا: المعلومات التالية من الشكل 46 احسب حركات رقيقة الضبط المطلوبة لتحقيق أفضل توازن متوازٍ.

- قراءة الإطار في الساعة 12: ".000
- قراءة الإطار في الساعة 6: ".038+
- ارتخاء الشدادة: ".010



الشكل 46 – حساب الخلل في التوازن المتوازي بطريقة الإطار والوجه (المثال رقم 2)

الحل:

$$\text{Foot Adjustment} = \frac{+.038'' + .010''}{2} = .024''$$

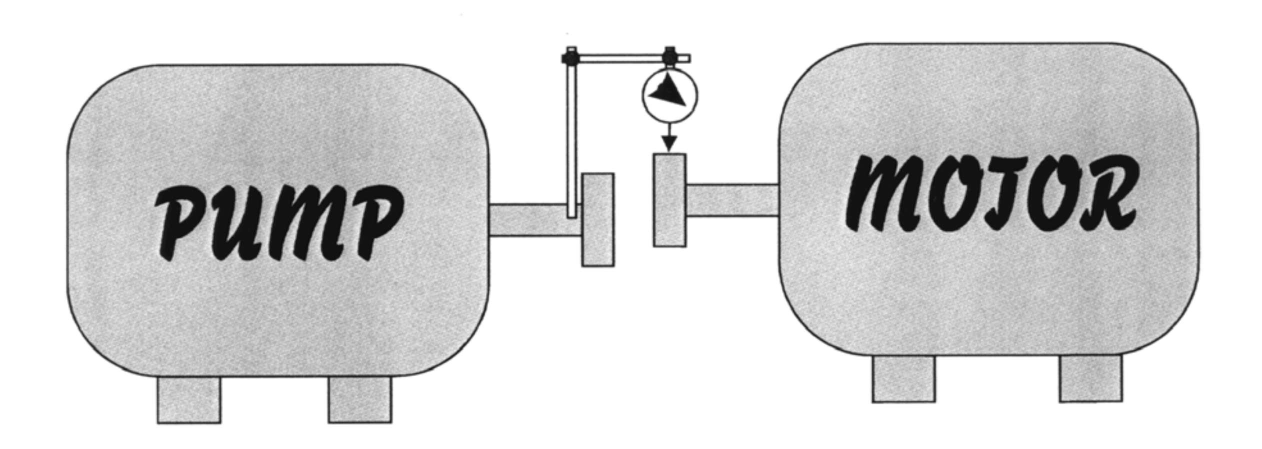
يمكن تحقيق أفضل توازن متوازٍ بإضافة رقيقة بضبط 0.024 بوصة أسفل كل قدم من أقدام الماكينة المتنقلة. الأرقام السالبة عادة ما توضح رقائق الضبط التي يجب إزالتها، بينما الأرقام الموجبة توضح أن ثمة حاجة لإضافة رقائق ضبط.

تمرين طريقة الإطار والوجه رقم 2

الهدف رقم 23
طريقة باستخدام التوازن عدم تصحيح والوجه الإطار.

مستخدمًا المعلومات التالية من الشكل 47 احسب تعديلات رقيقة الضبط اللازمة لتحقيق أفضل توازن متوازٍ.

- قراءة الإطار في الساعة 12: ".000
- قراءة الإطار في الساعة 6: "-.022
- ارتخاء الشدادة: ".008



الشكل 47 - تمرين طريقة الإطار والوجه رقم 2

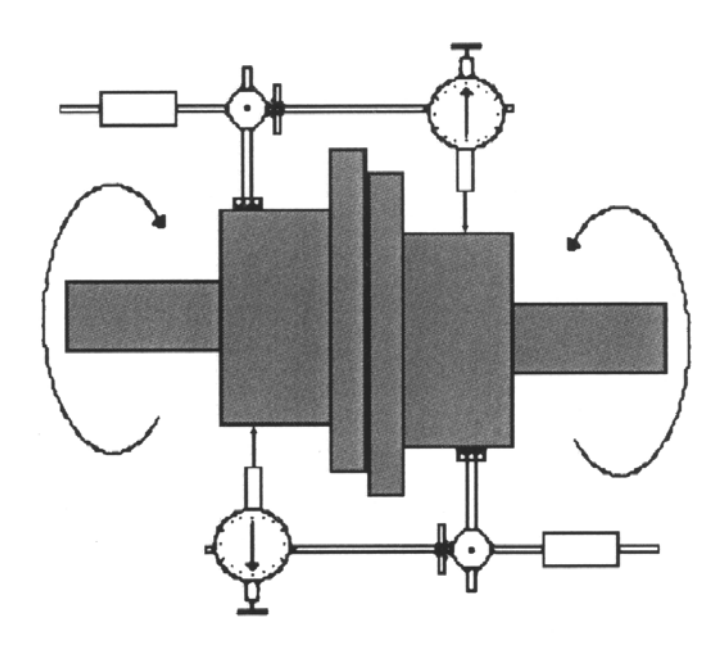
تعديلات القدم

____

____

طريقة توازن القرص المتصالب

توازن القرص المتصالب هي طريقة أخرى لتحقيق نفس نتائج طريقة الإطار والوجه. ورغم أنها لم تعد تعطي درجة الدقة المطلوبة، إلا أنها تعد الطريقة الأسرع لتحقيق التوازن، ويرجع السبب في ذلك إلى إمكانية تصحيح عدم التوازن الزاوي والمتوازي في نفس الوقت. يجب أن تتمكن الأعمدة من الدوران معًا لتنفيذ هذا التوازن، مما سيجعله اختيار أفضل، عند إيقاف تشغيل إحدى المعدات لفحص التوازن. ويمكن حساب نتائج طريقة القرص المتصالب رياضيًا أو بيانيًا، ويوضح الشكل 48 وضعًا نموذجيًا لمؤشر القرص لطريقة توازن القرص المتصالب..



الشكل 50 – الوضع نموذجي لمؤشر القرص المتصالب

ملاحظة:

سوف يكون من الضروري وضع ارتخاء الشدادة في الصورة لكل الحركات الرأسية، بسبب حل خلل التوازن المتوازي والزاوي في نفس الوقت. قم بإضافة مؤشر على وضع الساعة 12 واطرح ارتخاء الشدادة من المؤشر على وضع السعة 6. وسوف يظل ارتخاء الشدادة غير جدير بالاهتمام للحركات الأفقية.

:

المعادلة الرياضية لإجراء توازن قرص صلب تتبع القاعدة الهندسية الارتفاع علىالتشغيل. ومع تطبيق هذه القاعدة، يمكن الوصول إلى توازن الآلات بسهولة باستخدام المعادلات التالية:

$$\text{Front Foot Move} = \frac{B}{A} \times \frac{SM - MM}{2} - \frac{SM}{2}$$

$$\text{Rear Foot Move} = \frac{C}{A} \times \frac{SM - MM}{2} - \frac{SM}{2}$$

حيث إن: A = المسافة بين المؤشرات القرصية
B = المسافة بين مؤشر الآلة الثابتة والقدم الأمامي
C = المسافة بين مؤشر الآلة الثابتة والقدم الخلفي
SM (الآلة الساكنة) = قراءة مؤشر الآلة الثابتة
MM (الآلة المتحركة) = = قراءة مؤشر الآلة المتحركة

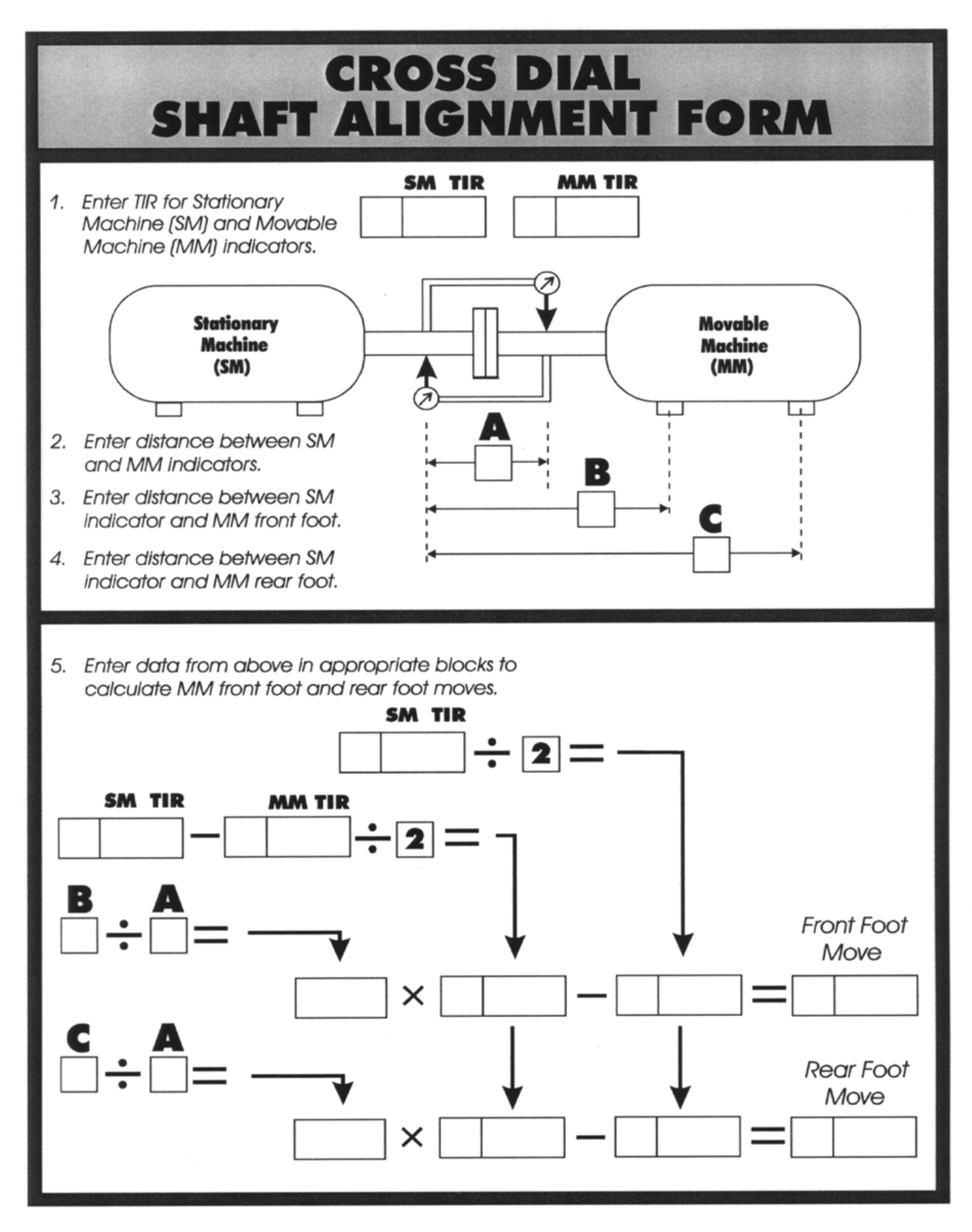
NOTE:

This mathematical formula applies to, and should be ONLY used for, the Cross Dial alignment method.

تم إدخال هذه المعادلة ضمن نموذج بيانات توازن عمود في الشكل رقم 51، لسهولة الاستخدام. ويعد ذلك تدريبًا على المعادلة السابقة من نوع "ملء الفراغات". ومع إدخال المعلومات المناسبة في الأماكن الصحيحة، يمكن تحديد حساب تغييرات رقيقة الضبط المطلوبة لتصحيح خلل التوازن الزاوي والمتوازي.

فيما يلي خطوات استكمال هذا النموذج:

1. أدخل إجمالي قراءات المؤشرات (TIR) لمؤشرات الآلة الثابتة (SM) والآلة المتحركة (MM) في المربعات المكتوب عليها "SM TIR" و"MM TIR". تأكد من معرفة سبب ارتخاء الشدادة.
2. أدخل المسافة بين مؤشرات الآلة الثابتة والآلة المتحركة في المربع "A".
3. أدخل المسافة بين مؤشر الآلة الثابتة والقدم الأمامي للآلة المتحركة في المربع "B".
4. أدخل المسافة بين مؤشر الآلة الثابتة والقدم الخلفي للآلة المتحركة في المربع "C".
5. أدخل البيانات المسجلة فيما سبق في المكان المخصص للحساب بهذا النموذج، واحسب تحركات القدم الأمامي والقدم الخلفي للآلة المتحركة.



الشكل 51 – نموذج حساب القرص المتصالب بالأعداد

المثال رقم 3 – حساب خلل توازن القرص المتصالب بالأعداد

مستخدمًا المعلومات التالية، احسب حركات رقيقة الضبط المطلوبة لتحقيق أفضل توازن متوازي وزاوي. افترض أن قرص الآلة المتحركة يبدأ في وضع الساعة 6، أما قرص الآلة الثابتة فيبدأ في وضع الساعة 12.

- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة الثابتة. "030.+
- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة المتحركة. "026.-
- ارتخاء الشدادة "006.
- البعد "A". "6
- البعد "B". "14
- البعد "C". "32

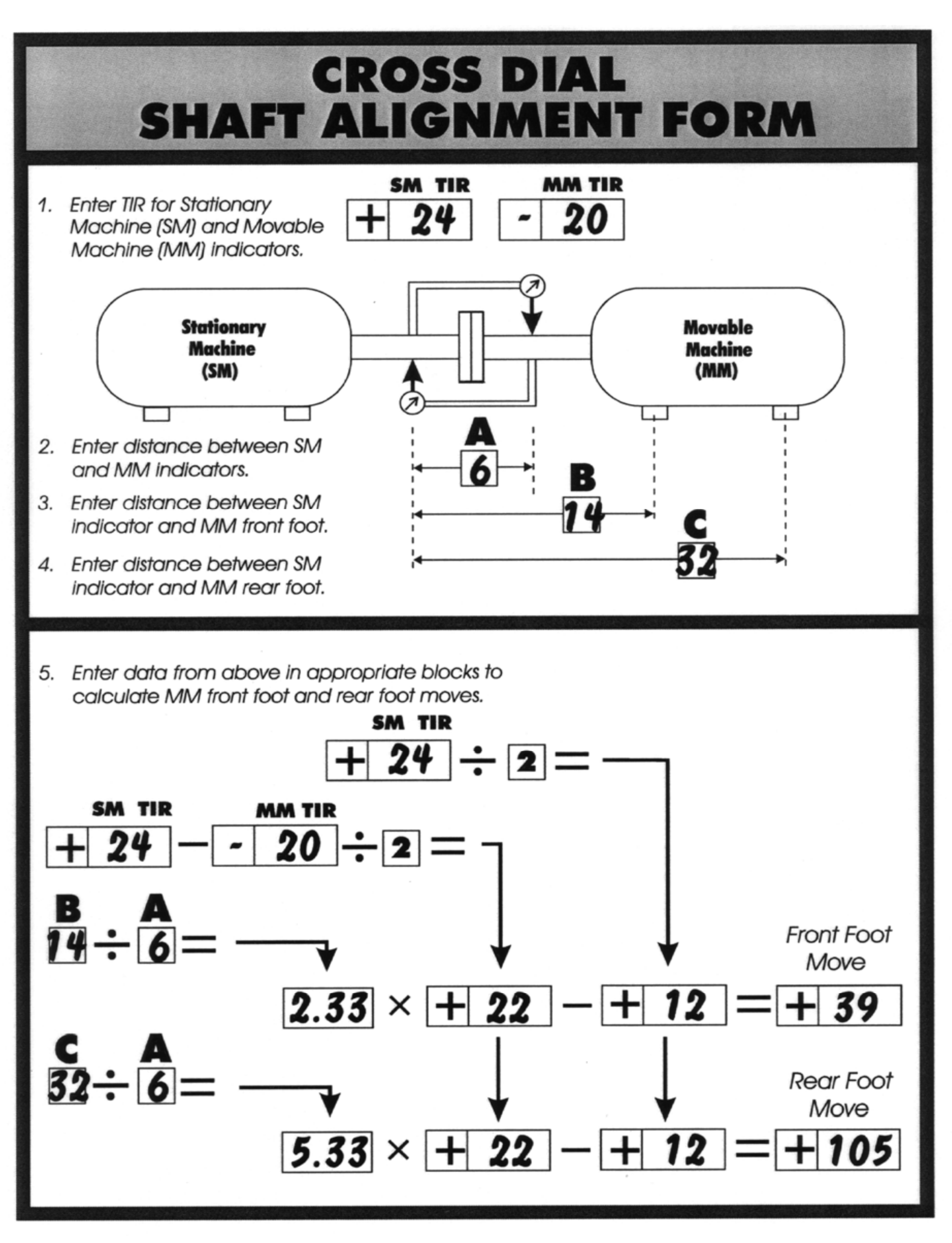
الحل:

$$\text{Front Foot Adjustment} = \frac{14}{6} \times \frac{+.024" - -.020"}{2} - \frac{+.024"}{2} = +.0393"$$

$$\text{Rear Foot Adjustment} = \frac{32}{6} \times \frac{+.024" - -.020"}{2} - \frac{+.024"}{2} = +.1053"$$

قد تلاحظ أن إجمالي قراءات مؤشر الآلة الثابتة والآلة المتحركة مختلفة عن المعطيات، ويرجع السبب في ذلك إلى أهمية معرفة ارتخاء الشدادة. في هذا المثال، يجب إضافة 0.006 بوصة إلى إجمالي قراءات مؤشرات الآلة المتحركة، وطرح 0.006 بوصة من إجمالي قراءات مؤشرات الآلة الثابتة لتصحيح الحسابات، مما يجعل إجمالي قراءات مؤشرات الآلة الثابتة + 0.024 بوصة، وإجمالي قراءات مؤشرات الآلة المتحركة -0.020بوصة.

يوضح الشكل رقم 52 طريقة الحساب باستخدام نموذج توازن القرص المتصالب. وعند استخدام هذا النموذج، قد تجد أنه من الأفضل استخدام "ملي" بدلاً من "جزء من الألف" للبوصة. فسيسمح لك ذلك باستخدام أرقام صحيحة وتجنب الأرقام العشرية المربكة. على سبيل المثال، إذا كان إجمالي قراءات المؤشرات 0.27 بوصة، فيجب أن تدخل الرقم 27 على النموذج. عند استخدام الملي، تذكر أن الحل سيكون أيضًا بالملي، أي أن +32.5، ستساوي في الواقع +0.0325. يُستخدم الملي في المثال الموضح بالشكل رقم 52، ونفس البيانات الموضحة أعلاه.

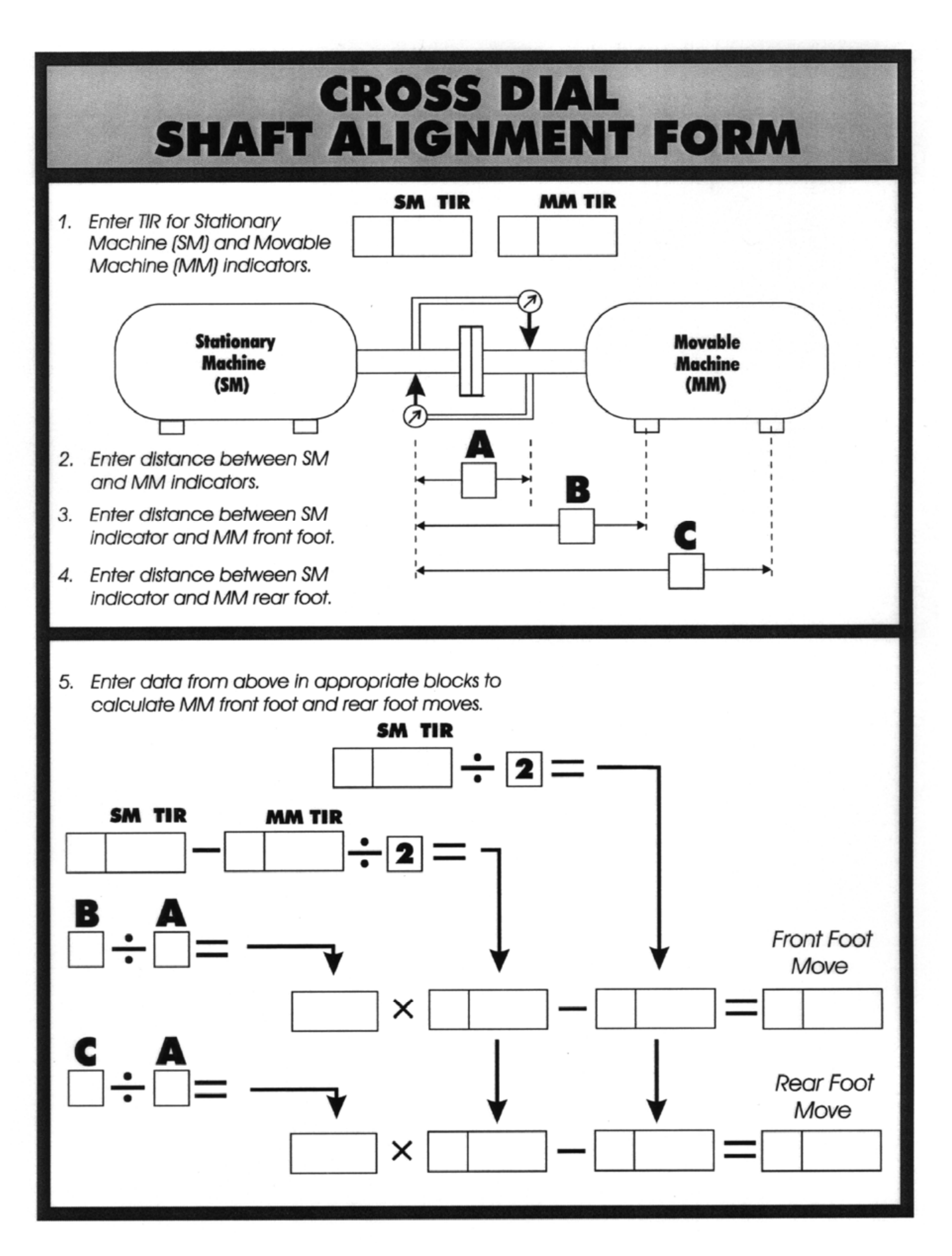


الشكل رقم 52 – حساب القرص المتصالب بالأعداد (المثال رقم 3)

التدريب رقم 1 على توازن القرص المتصالب

باستخدام المعلومات التالية، احسب تحركات رقيقة الضبط المطلوبة لتحقيق أفضل توازن متوازٍ وزاوٍ باستخدام نموذج توازن القرص المتصالب الموضح في الشكل رقم 53. وافترض أن قرص الآلة المتحركة يبدأ في وضع الساعة 6، أما قرص الآلة الثابتة فيبدأ في وضع الساعة 12.

- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة الثابتة. ".000
- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة المتحركة. ".017-
- ارتخاء الشدادة ".010
- البعد "A". "6
- البعد "B". "18
- البعد "C". "36



الشكل رقم 53 – التدريب رقم 1 على توازن القرص المتصالب

الحل البياني بالنسبة لمشاكل توازن القرص المتصالب، هو طريقة تمنحك إشارة مرئية حقيقية لعدم التوازن؛ ويؤدي ذلك إلى نفس النتائج كما لو كان قد تم حسابها بصورة دقيقة.

25 رقم الهدف
الزاوي التوازن لخلل البياني الرسم القرص طريقة باستخدام والمتوازي المتصالب

الإجراءات

1. ارسم خطًا أفقيًا بالقرب من منتصف ورقة الرسم البياني. وهذا هو خط التوازن الجاري (RAL).
2. ارسم خطًا رأسيًا بالقرب من الطرف الأيسر لورقة الرسم البياني. ويمثل هذا الخط موضع مؤشر الآلة الثابتة (SM).
3. ارسم خطًا رأسيًا أخر يخرج من خط مؤشر الآلة الثابتة الذي يمثل مؤشر الآلة المتحركة. لو كانت المسافة تبلغ 6 بوصة وتقوم باستخدام مقياس رسم بدرجة 1:1، عندئذ يبعد الخط بمقدار ستة أعمدة عن خط مؤشر الحركة الثابتة.
4. ارسم خطًا رأسيًا آخر يخرج من خط مؤشر الآلة الثابتة الذي يمثل القدم الأمامي للآلة المتحركة.
5. ارسم خطًا رأسيًا آخر يخرج من خط مؤشر الآلة الساكنة الذي يمثل القدم الخلفي للآلة المتحركة.
6. حدد القراءة الإجمالية للمؤشر القرصي بالنسبة للآلة الساكنة (وتذكر أن تقوم بتفسير حالة ارتخاء الشدادة) واقسم القراءة على اثنين. وهذه تمثل نقطة التخطيط بالنسبة لخط مؤشر الحركة الثابتة. القراءات الموجبة موجودة أعلى خط التوازن الجاري (RAL)، أما القراءات السالبة فتوجد أسفل خط التوازن الجاري (RAL).
7. حدد القراءة الإجمالية للمؤشر القرصي بالنسبة للآلة المتحركة (وتذكر أن تقوم بتفسير حالة ارتخاء الشدادة) واقسم القراءة على اثنين. وهذه تمثل نقطة التخطيط بالنسبة لخط مؤشر الآلة المتحركة.
8. وباستخدام مسطرة التقويم، استنتج نقاط التخطيط هذه عبر الخطوط الرأسية بالنسبة لمقدمة الآلة المتحركة والقدم الخلفية. وهذا يمثل خط خلل التوازن.
9. وفيما يتعلق بالخطوط الرأسية التابعة لقدم الآلة المتحركة، قم بإحصاء عدد القوالب التي توجد سواء أعلى أو أسفل خط خلل التوازن بالنسبة لخط التوازن الجاري. يجب إزالة الرفادات في حالة وجود خط خلل التوازن أعلى خط التوازن الجاري (RAL). يجب إضافة رقائق الضبط في حالة وجود خط خلل التوازن أسفل خط التوازن الجاري (RAL). وبافتراض استخدام مقياس رسم بدرجة 1:1، فعندئذ سيعادل كل قالب 0.001 بوصة.

في المثال التالي، سنستخدم البيانات ذات نفس البعد وقراءات المؤشر كما هي مستخدمة في المثال السابق للقرص المتصالب (مثال رقم 3)، حيث يسمح لك ذلك بمقارنة الطريقتين.

المثال رقم 4 – الحساب البياني لخلل توازن القرص المتصالب

مستخدمًا المعلومات التالية، احسب حركات رقيقة الضبط المطلوبة لتحقيق أفضل توازن متوازي وزاوي. افترض أن قرص الآلة المتحركة يبدأ في وضع الساعة 6، أما قرص الآلة الثابتة فيبدأ في وضع الساعة 12.

- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة الثابتة. "030.+
- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة المتحركة. "026.-
- ارتخاء الشدادة "006.

- البعد "A". 6"
- البعد "B". 14"
- البعد "C". 32"

الحل:

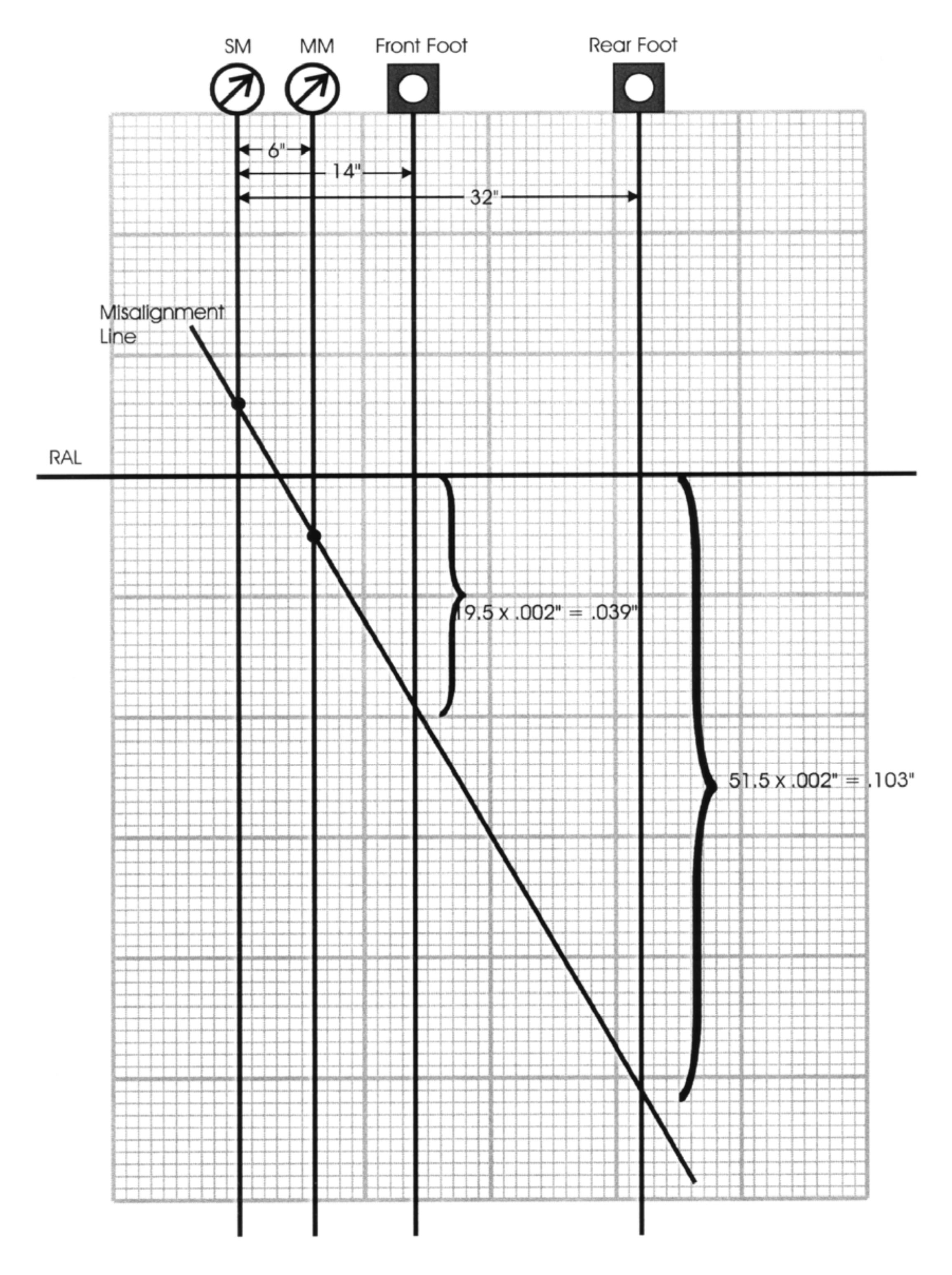
$$\text{SM Plot Point} = \frac{+.030" - .006"}{2} = +.012"$$

$$\text{MM Plot Point} = \frac{-.026" + .006"}{2} = -.010"$$

ملاحظة:

فيما يلي توضيح للقياس البياني لهذا المثال:

- المقياس الأفقي **1 Block = 1"**
- المقياس الأفقي **1 Block = .002"**



الشكل 54 – الحساب البياني لخلل توازن القرص المتصالب (مثال رقم 4)

عند مقارنة الرسم البياني في الشكل رقم 54 بالحل الرياضي المذكور في المثال رقم 3، ستجد أن النتائج متشابهة بدرجة كبيرة. وتعتمد الدقة هنا على المقياس الذي تم اختياره للرسم البياني. وتذكر أنه كلما كان الرسم البياني منظمًا

وأكثر دقة، سوف تحصل على حلول أدق. كما ستزيد دقة النتائج مع اقتراب الآلة المتحركة من خط التوازن الجاري (RAL). وعندما يمكنك ذلك، يجب أن تستخدم مقياسًا رأسيًا لكل مربع يساوي 0.001 بوصة، أو حتى أفضل من ذلك؛ أي أن قياس كل مربع يساوي 0.005 بوصة (السماح بوجود مسافات).

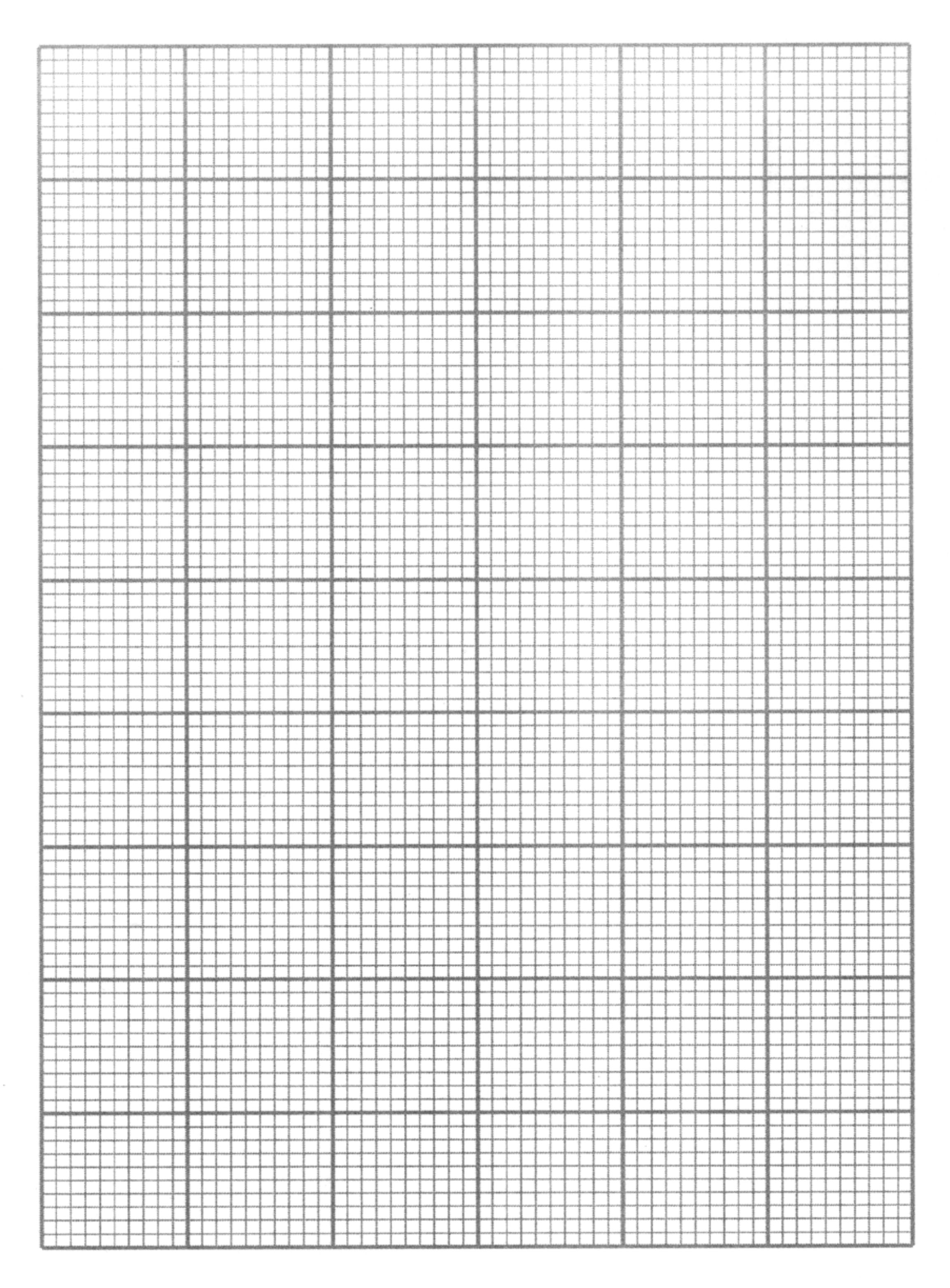
وبالنسبة للتدريب التالي، سنستخدم أرقامًا سبق استخدامها في توازن القرص المتصالب؛ التدريب رقم 1، ويجب أن تتطابق نتائجك هنا مع النتائج التي تم حسابها بالأعداد.

<u>التدريب رقم 2 على توازن القرص المتصالب</u>

باستخدام المعلومات التالية، احسب بيانيًا تحركات رقيقة الضبط المطلوبة لتحقيق أفضل توازن متوازي وزاوي باستخدام ورقة الرسم البياني الموضحة في الشكل رقم 55. وافترض أن قرص الآلة المتحركة يبدأ في وضع الساعة السادسة، أما قرص الآلة الثابتة فيبدأ في وضع الساعة الثانية عشر.

- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة الثابتة. ".000
- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة المتحركة. "‎-.017
- ارتخاء الشدادة ".010
- البعد "A". "6
- البعد "B". "18
- البعد "C". "36

الهدف رقم 26
القرص طريقة باستخدام التوازن عدم تصحيح المتصالب.

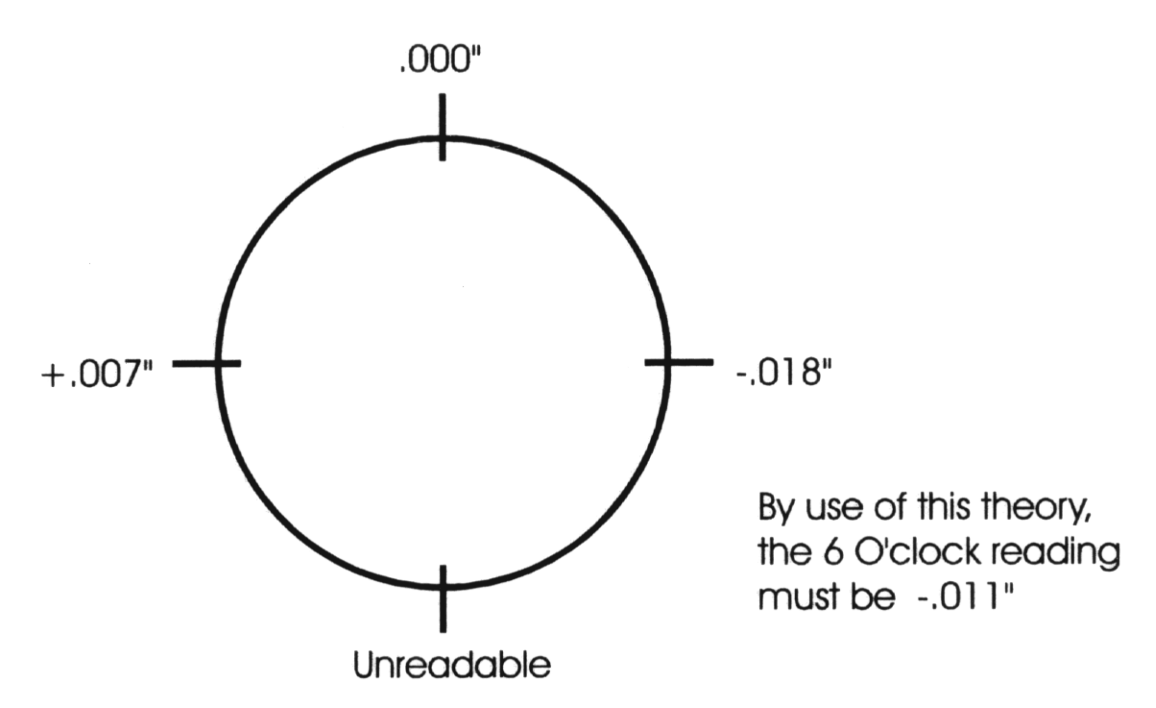


الشكل رقم 55 – التدريب رقم 2 على القرص المتصالب

طريقة توازن القرص العكسي

يشبه كثيرًا توازن القرص العكسي القرص المتصالب في النظري التي تحكم عمله وفي حسابات الخلل في التوازن. فيمكن حساب كلاهما بالمعادلات الرياضية أو بيانيًا. ورغم وجود فوارق طفيفة في المعادلات والمعالجة، فإن العملية متماثلة من الناحية العملية. وتوجد ميزتان أساسيتان لاستخدام القرص العكسي بدلاً من القرص المتصالب، أولاهما هي توافر العديد من التجهيزات سابقة الصنع المعدة للقرص العكسي، ويمكنك تحقيق التوازن بثلاث نقاط فقط.

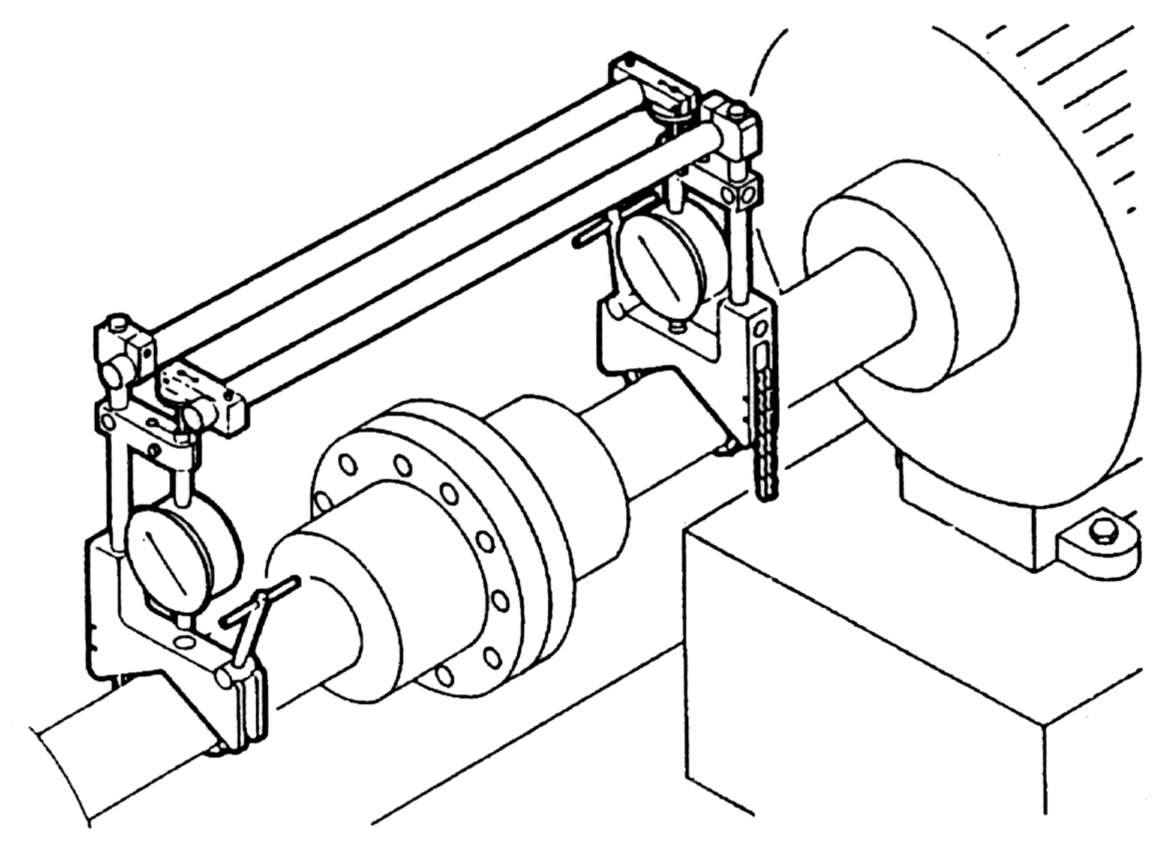
ورغم أن توازن أي قرص متصالب لا يتطلب سوى قراءة ثلاث نقاط فقط، فأنت لا تزال بحاجة إلى وضع المؤشر، بينما يسمح وضع قرص عكسي، مع وجود المؤشرين في نفس المخطط، بتحقيق توازن آلات مجودة في مساحة محدودة. عند تصفير المؤشر على وضع الساعة 12، وقراءة الأوضاع عند الساعة 3 و 9، يمكن تحديد وضع الساعة 6. فإن مواصفات أي دائرة تفيد بأن مجموع القراءات الجانبية، عند القراءة بمؤشر قرصي، يجب أن يساوي مجموع القراءة القصوى والقراءة الدنيا. وهذا هو الموضح في الشكل 56.



الشكل 56 – البحث عن نقاط مؤشر غير قابلة للقراءة

قد تكون إمكانية قراءة العمود عند ثلاث نقاط فقط ميزة كبيرة، إلا أنه هناك بعض العيوب في استخدام هذه الطريقة في كل وقت. وحتى يمكن أن تعمل هذه الطريقة، يجب أن تقرأ "بدقة" أوضاع الساعة 12 و3 و9. وعادة ما يؤدي ذلك إلى بعض الأخطاء عند حساب وضع الساعة 6،

ومن الطرق التي يمكنك بها التأكد من أخذ القراءات عند النقاط الصحيحة، استخدم مسواة بفقاعة توافقية موصلة بالعمود. وعندما تكون الفقاعة في الوسط بالضبط، سوف يكون هذا هو الوضع الصحيح لقراءة المؤشر. ويعرف هذا أيضًا باسم "مؤشر رباعي النقاط". ويوضح الشكل 57 الوضع النموذجي للقرص العكسي.

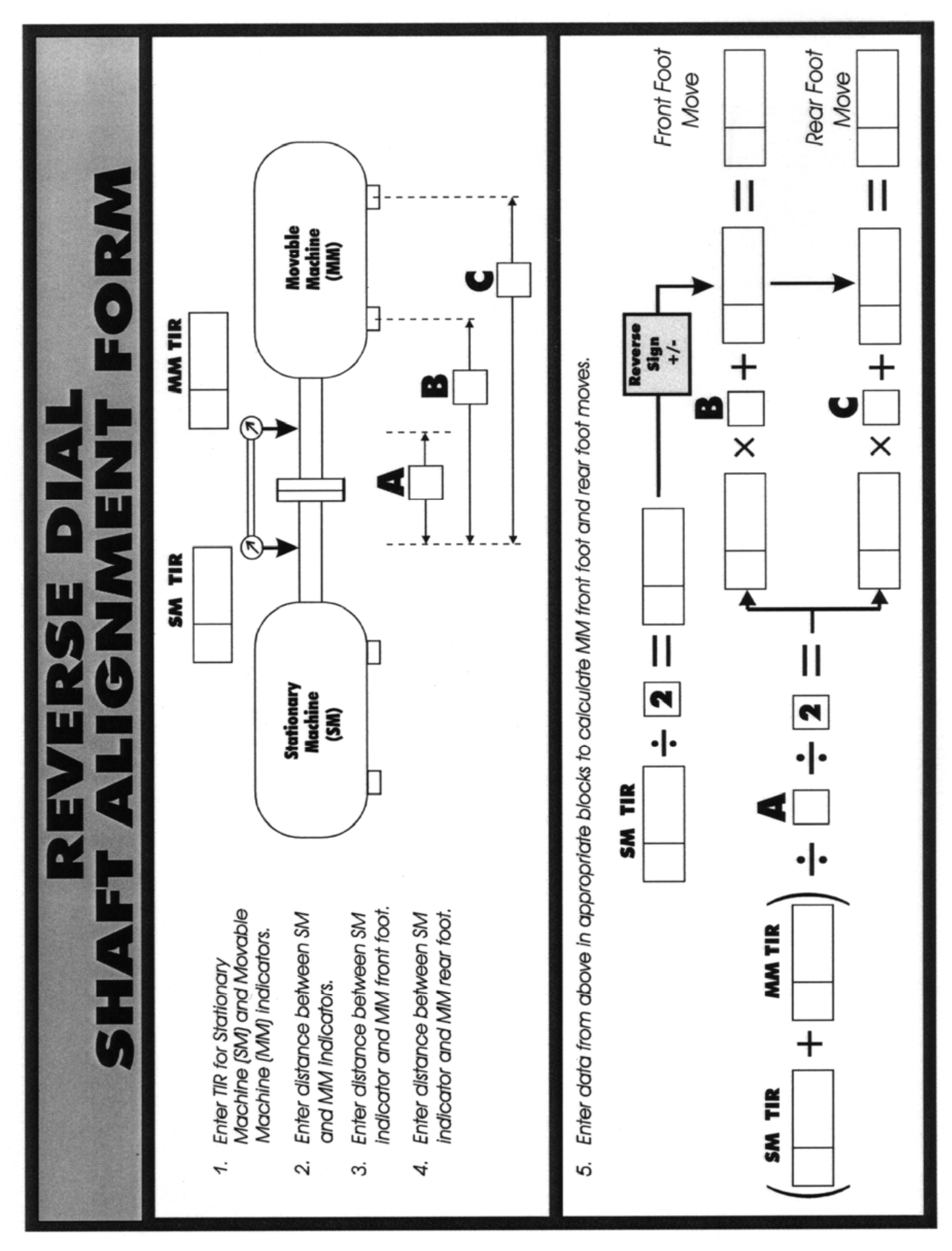


الشكل 57 – وضع القرص العكسي

:

تم إدخال معادلة القرص العكسي ضمن نموذج بيانات توازن عمود في الشكل رقم 58، لسهولة الاستخدام. ومع إدخال المعلومات المناسبة في الأماكن الصحيحة، يمكن تحديد حساب تغييرات رقيقة الضبط المطلوبة لتصحيح خلل التوازن الزاوي والمتوازي.

الهدف رقم 27
حساب عدم التوازن الزاوي والمتوازي معًا باستخدام طريقة القرص العكسي.



الشكل 58 – نموذج حساب القرص العكسي بالأعداد

فيما يلي خطوات استكمال هذا النموذج:

1. أدخل إجمالي قراءات المؤشرات (TIR) لمؤشرات الآلة الثابتة (SM) والآلة المتحركة (MM) في المربعات المكتوب عليها "SM TIR" و"MM TIR". تأكد من معرفة سبب ارتخاء الشدادة.

2. أدخل المسافة بين مؤشرات الآلة الثابتة والآلة المتحركة في المربع "A".

3. أدخل المسافة بين مؤشر الآلة الثابتة والقدم الأمامي للآلة المتحركة في المربع "B".

4. أدخل المسافة بين مؤشر الآلة الثابتة والقدم الخلفي للآلة المتحركة في المربع "C".

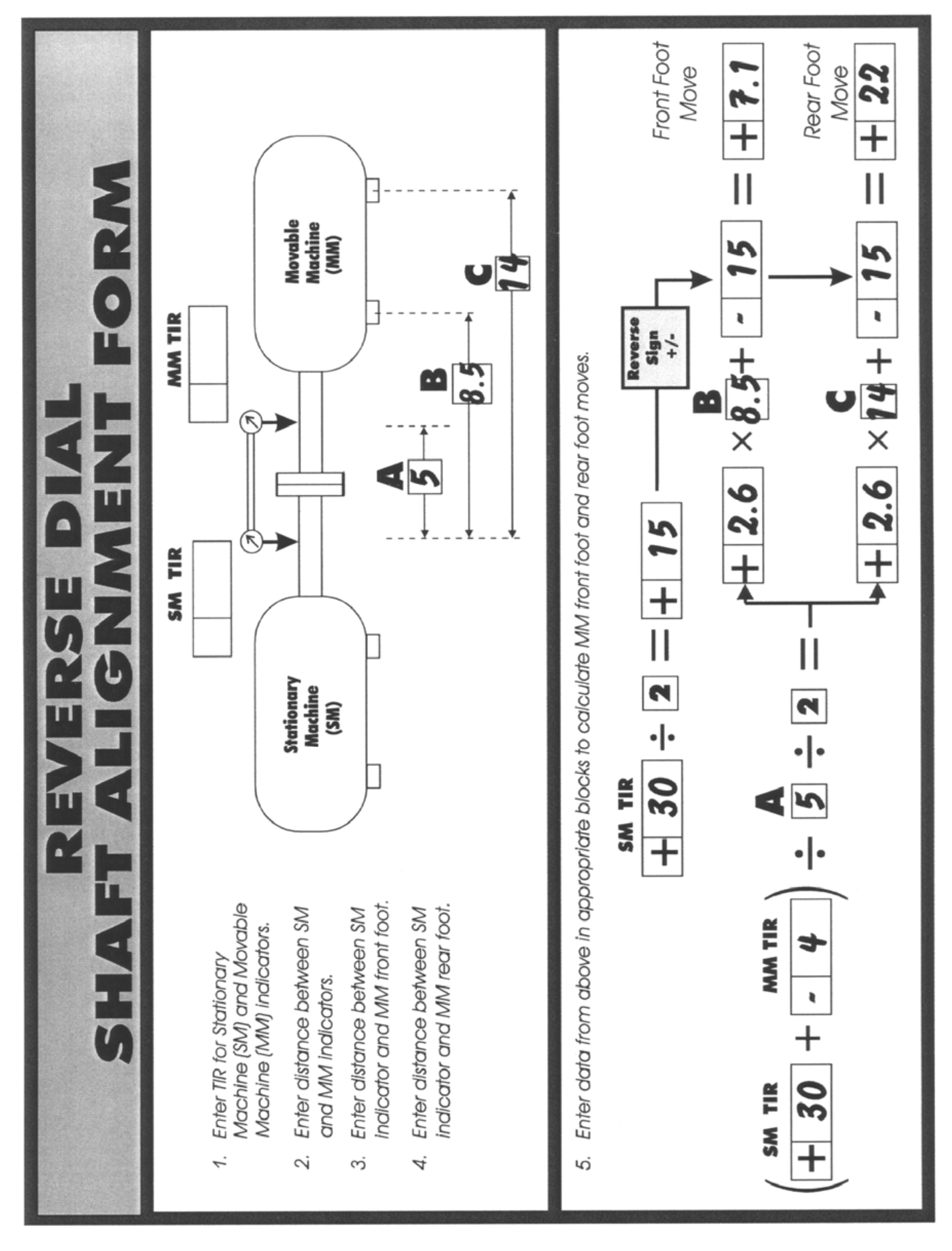
5. أدخل البيانات المسجلة فيما سبق في المكان المخصص للحساب بهذا النموذج، واحسب تحركات القدم الأمامي والقدم الخلفي للآلة المتحركة.

المثال رقم 5 – حساب خلل توازن القرص العكسي بالأعداد

مستخدمًا المعلومات التالية، احسب حركات رقيقة الضبط المطلوبة لتحقيق أفضل توازن متوازي وزاوي.

- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة الثابتة. "+.024
- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة المتحركة. "-.010
- ارتخاء الشدادة "006.
- البعد "A". "5
- البعد "B". "8.5
- البعد "C". "14

يوضح الشكل رقم 59 طريقة الحساب باستخدام نموذج توازن القرص العكسي. وعند استخدام هذا النموذج، قد تجد أنه من الأفضل استخدام "ملي" بدلاً من "جزء من الألف" للبوصة. فسيسمح لك ذلك باستخدام أرقام صحيحة وتجنب الأرقام العشرية المربكة. على سبيل المثال، إذا كان إجمالي قراءات المؤشرات 0.27 بوصة، فيجب أن تدخل الرقم 27 على النموذج. عند استخدام الملي، تذكر أن الحل سيكون أيضًا بالملي، أي أن +32.5، ستساوي في الواقع +0.0325. يُستخدم الملي في المثال الموضح بالشكل رقم 59، ونفس البيانات الموضحة أعلاه.



الشكل رقم 59 – حساب القرص العكسي بالأعداد (المثال رقم 5)

قد تلاحظ أن إجمالي قراءات مؤشر الآلة الثابتة والآلة المتحركة مختلفة عن المعطيات، ويرجع السبب في ذلك إلى أهمية معرفة ارتخاء الشدادة. في هذا المثال، يجب إضافة 0.006 بوصة إلى إجمالي قراءات المؤشرات لإجراء العمليات الحسابية الصحيحة، مما يجعل إجمالي قراءات مؤشرات الآلة الثابتة 0.030 بوصة، وإجمالي قراءات مؤشرات الآلة المتحركة -0.004بوصة.

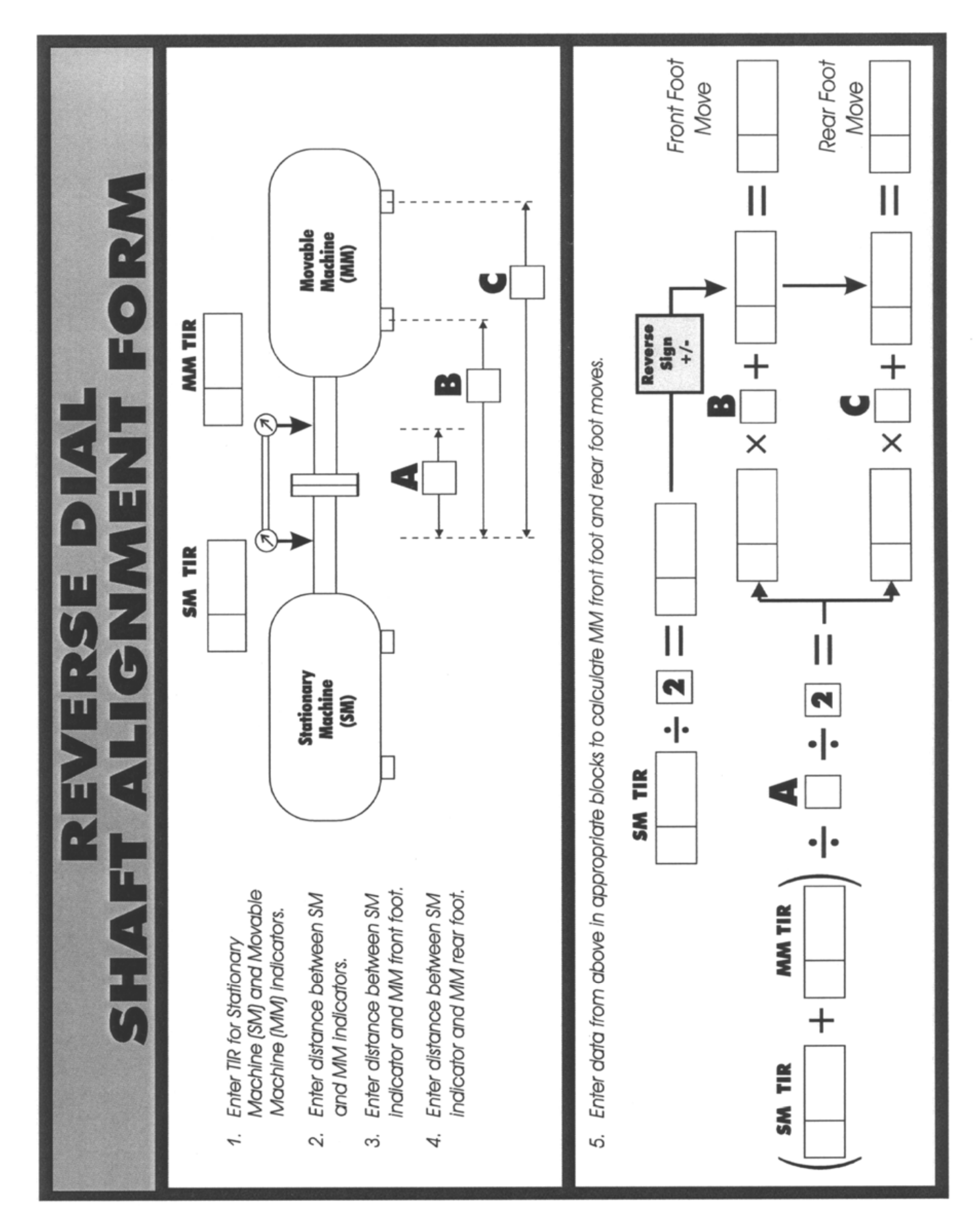
ملاحظة:

هذا الشكل من عملية التوازن تنطبق على طريقة توازن القرص العكسي ويجب ألا تُطبق إلا عليها.

التدريب رقم 1 على توازن القرص العكسي

مستخدمًا المعلومات التالية، احسب حركات رقيقة الضبط المطلوبة لتحقيق أفضل توازن متوازي وزاوي باستخدام نموذج توازن القرص العكسي الموجود بالشكل 60.

- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة الثابتة. "015.-
- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة المتحركة. "002.-
- ارتخاء الشدادة "011.
- البعد "A". "18
- البعد "B". "30
- البعد "C". "46



REVERSE DIAL SHAFT ALIGNMENT FORM

1. Enter TIR for Stationary Machine (SM) and Movable Machine (MM) indicators.
2. Enter distance between SM and MM indicators.
3. Enter distance between SM indicator and MM front foot.
4. Enter distance between SM indicator and MM rear foot.

SM TIR
MM TIR
Stationary Machine (SM)
Movable Machine (MM)
A
B
C

5. Enter data from above in appropriate blocks to calculate MM front foot and rear foot moves.

SM TIR ÷ 2 =
Reverse Sign +/-
(SM TIR + MM TIR) ÷ A ÷ 2 =
× B + =
× C + =
Front Foot Move
Rear Foot Move

الشكل رقم 60 – التدريب رقم 1 على توازن القرص العكسي

الحل البياني بالنسبة لمشاكل توازن القرص العكسي هو طريقة تمنحك إشارة مرئية حقيقية لعدم التوازن تشبه كثيرًا الطريقة المستخدمة بالنسبة لتوازن القرص المتصالب. ويؤدي ذلك إلى نفس النتائج كما لو كان قد تم حلها حسابيًا. والاختلاف الوحيد لهذا النوع من التوازن هو ضرورة تغيير علامة قراءة مؤشر الآلة المتحركة MM قبل التخطيط.

28 رقم الهدف
الزاوي التوازن لخلل المجمع البياني الرسم العكسي القرص طريقة باستخدام والمتوازي.

الإجراءات

1. ارسم خطًا أفقيًا بالقرب من منتصف ورقة الرسم البياني.
هذا هو خط التوازن الجاري (RAL).

2. ارسم خطًا رأسيًا بالقرب من الطرف الأيسر لورقة الرسم البياني. ويمثل هذا الخط موضع مؤشر الآلة الثابتة (SM).

3. ارسم خطًا رأسيًا أخر يخرج من خط مؤشر الآلة الثابتة الذي يمثل مؤشر الآلة المتحركة. لو كانت المسافة تبلغ 6 بوصة وتقوم باستخدام مقياس رسم بدرجة 1:1، عندئذ يبعد الخط بمقدار ستة مربعات عن خط مؤشر الحركة الساكنة.

4. ارسم خطًا رأسيًا أخر يخرج من خط مؤشر الآلة الثابتة الذي يمثل مؤشر الآلة المتحركة.

5. ارسم خطًا رأسيًا أخر يخرج من خط مؤشر الآلة الثابتة الذي يمثل مؤشر الآلة المتحركة.

6. حدد القراءة الإجمالية للمؤشر القرصي بالنسبة للآلة الثابتة (وتذكر أن تقوم بتفسير حالة إرتخاء الشدادة) واقسم القراءة على اثنين. وهذه تمثل نقطة التخطيط بالنسبة لخط مؤشر الحركة الثابتة. القراءات الموجبة موجودة أعلى خط التوازن الجاري (RAL)، أما القراءات السالبة فتوجد أسفل خط التوازن الجاري (RAL).

7. حدد القراءة الإجمالية للمؤشر القرصي بالنسبة للآلة المتحركة (تذكر تفسير حالة ارتخاء الشدادة) واقسم القراءة على اثنين ثم قم بتغيير العلامة (القراءات الإيجابية تصير سلبية والقراءات السلبية تصير إيجابية). وهذه تمثل نقطة التخطيط بالنسبة لخط مؤشر الآلة المتحركة.

8. وباستخدام مسطرة التقويم، استنتج نقاط التخطيط هذه عبر الخطوط الرأسية بالنسبة للقدم الأمامي والقدم الخلفي للآلة المتحركة. وهذا يمثل خط خلل التوازن.

9. وفيما يتعلق بالخطوط الرأسية لقدم الآلة المتحركة، قم بإحصاء عدد المربعات الموجودة سواء أعلى أو أسفل خط خلل التوازن بالنسبة لخط التوازن الجاري. يجب إزالة رقيقة الضبط، في حالة وجود خط خلل التوازن أعلى خط التوازن الجاري (RAL). يجب إضافة رقيقة ضبط في حالة وجود خط خلل التوازن أسفل خط التوازن الجاري (RAL). وبافتراض استخدام مقياس رسم بدرجة 1:1، فعندئذ سيعادل كل قالب 0.001 بوصة.

في المثال التالي، سنستخدم نفس البيانات حول الأبعاد وقراءات المؤشر المذكورة والمستخدمة في المثال السابق للقرص العكسي (مثال رقم 5)، حيث يسمح لك ذلك بمقارنة الطريقتين.

المثال رقم 6 – حساب خلل توازن القرص العكسي بيانيًا

مستخدمًا المعلومات التالية، احسب حركات رقيقة الضبط المطلوبة لتحقيق أفضل توازن متوازي وزاوي.

- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة الثابتة "+.024
- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة المتحركة. "-.010
- ارتخاء الشدادة ".006
- البعد "A". "5

- البعد "B".   8.5"
- البعد "C".   14"

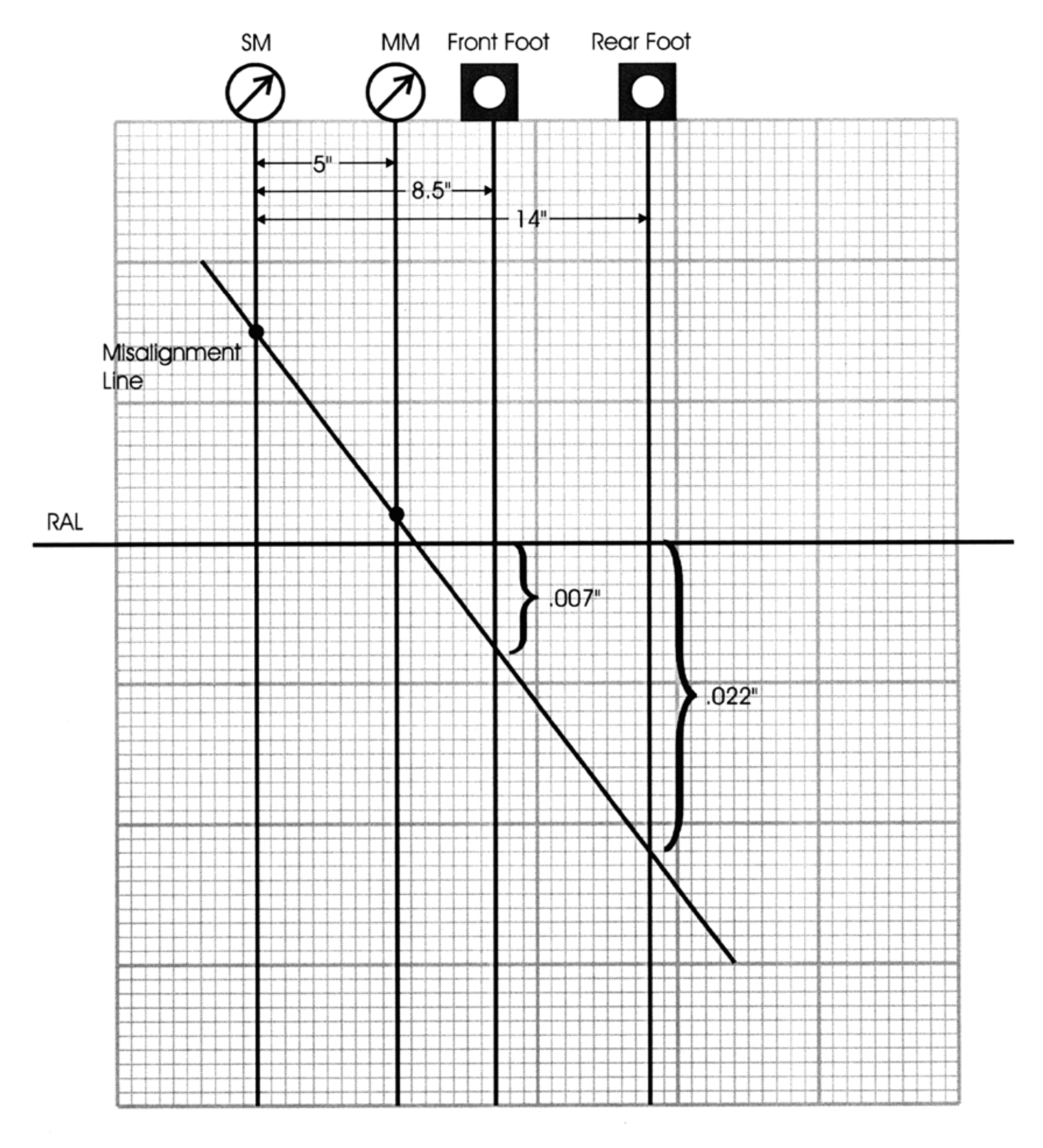
الحل:

$$\text{SM Plot Point} = \frac{+.024" + .006"}{2} = +.015"$$

$$\text{MM Plot Point} = \frac{-.010" + .006"}{2} = -.002"(+/-) = +.002"$$

ملاحظة:

مقياس الرسم البياني لهذا المثال هو كما يلي:
- المقياس الأفقي   **1 Block = .5"**
- المقياس الرأسي   **1 Block = .001"**



الشكل 61 – حساب خلل توازن القرص العكسي (مثال 6)

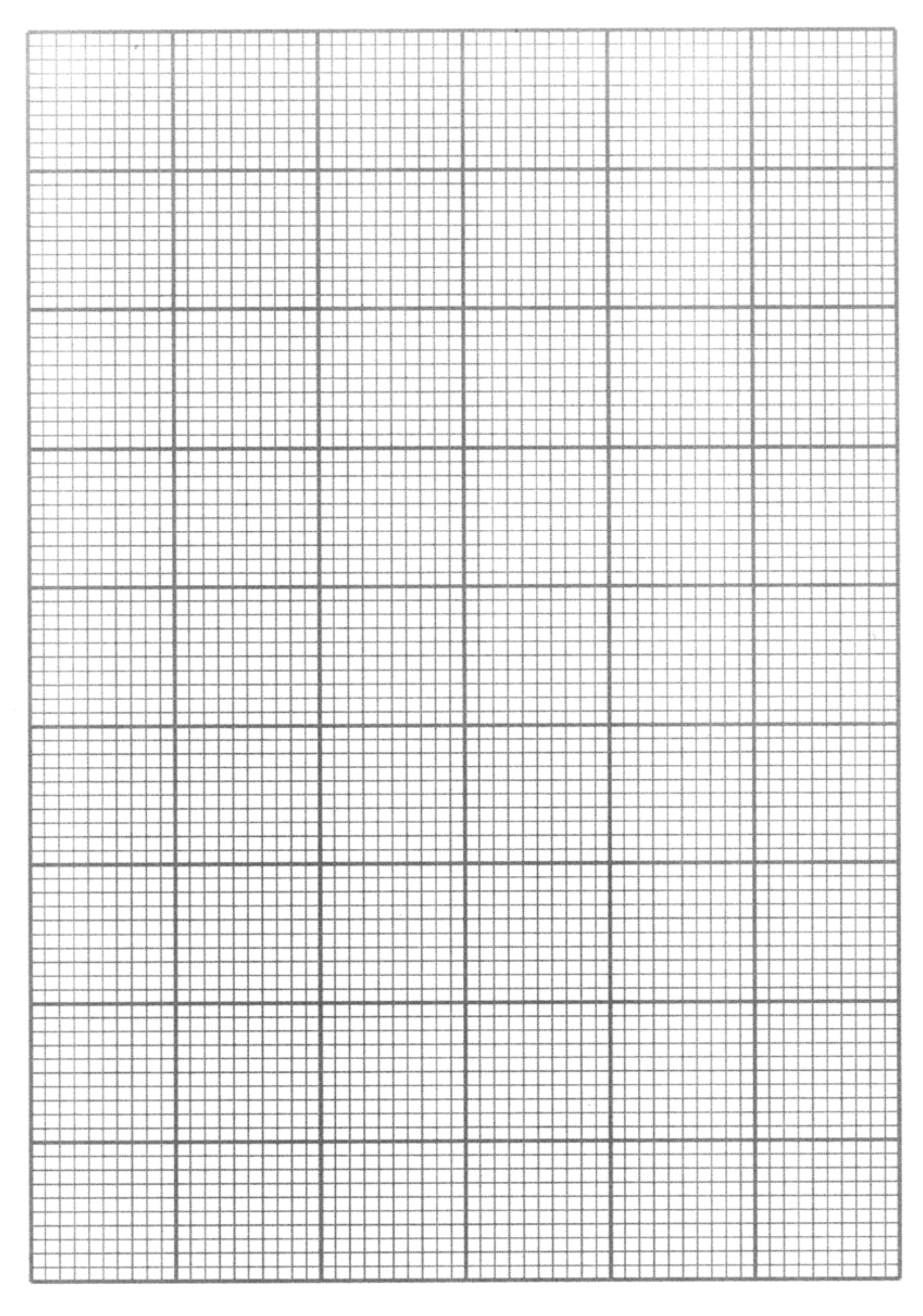
وبالنسبة للتمرين التالي، سنستخدم نفس الأرقام المستخدمة من قبل في تمرين توازن القرص العكسي (التمرين رقم 1)، ويجب الحصول على نفس النتائج كما سبق حلها حسابيًا.

<u>التمرين رقم 2 على توازن القرص العكسي</u>

مستخدمًا المعلومات التالية، احسب حركات رقيقة الضبط المطلوبة لتحقيق أفضل توازن متوازي وزاوي باستخدام الرسم البياني الموجود بالشكل 62.

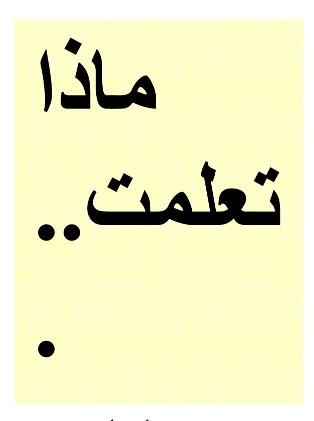
الهدف رقم 29
التوازن المتصالب باستخدام طريقة القرص العكسي.

- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة الثابتة "015.-
- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة المتحركة. "002.-
- ارتخاء الشدادة "011.
- البعد "A". "18
- البعد "B". "30
- البعد "C". "46



الشكل 62 – القرص العكسي التدريب رقم 2

ملخص



تناول هذا الفصل الأنواع الميكانيكية الثلاثة للتوازن التي يمكن استخدامها أثناء المرحلة الدقيقة لتوازن مجموعة من الآلات.

يمكن استخدام أي من هذه الطرق الثلاث المستخدمة في حالة الخلل في التوازن في المستويات الرأسية والأفقية.

والفقرة التالية هي نبذة مختصرة عن كل طريقة:

1. طريقة الإطار والوجه – تستخدم هذه الطريقة عندما لا يمكن إدارة أي أعمدة سوى عمود واحد فقط، ويجب استخدامها لحل حالة الخلل في التوازن المتوازي والزاوي كل على حدة.
2. طريقة القرص المتصالب – يمكن حل هذه الطريقة إما حسابيًا أو بيانيًا، حيث تقوم بتصحيح حالتي الخلل في التوازن المتوازي والزاوي في نفس الوقت. المؤشرات القرصية مركبة بحيث يقابل كل منها الأخر.
3. طريقة القرص العكسي – وهي نفس طريقة القرص المتصالب، فيما عدا أن المؤشرات القرصية تكون مركبة في نفس المستوى. هذه الطرق الثلاث مفيدة بالنسبة للقراءات الخفية.

ويمكن لهذه الطرق تحقيق التوازن الدقيق عند استخدامها بصورة صحيحة. وتتوقف الطريقة التي تختارها على نوع الآلة ومعدات التوازن المتاحة والنظام المريح بالنسبة لك.+

أسئلة للمراجعة

1. يجب استخدام طريقة توازن الإطار والوجه فقط:

2. ما هي الخطوة المستخدمة في طريقة الإطار والوجه لتصحيح الخلل في التوازن الزاوي؟

3. ما هي الميزة الكبيرة لاستخدام طرق القرص المتصالب والقرص العكسي بدلاً من طريقة الإطار والوجه؟

4. ما هي طريقة التوازن التي تتطلب معدل ميل قدره 180 درجة فقط لحساب الخلل في التوازن؟

5. ما هي الأداة التي يمكن استخدامها للتأكد من أنه قد تم أخذ جميع القراءات بدقة عند مواضع الساعة 12 و3 و6 و9؟

In this chapter:

الهدف رقم30
احسب الزيادة في درجة الحرارة لمجموعة آلات.

الفصل 5

الزيادة في درجات الحرارة

مقدمة

يغطي هذا الفصل موضوع الزيادة في درجات الحرارة وتأثيراتها على مجموعة الآلات. تؤثر الزيادة في درجات الحرارة على كافة الآلات، مما يتسبب في إحداث خلل في توازن الأعمدة المتوازنة بصورة فائقة أثناء التشغيل. وإذا ما استطعنا تحديد الزيادة المتوقعة في درجات الحرارة للآلة، يمكننا إحداث خلل في توازن المعدات عمدًا حتى يكون هناك توازن كامل للخطوط المركزية للأعمدة أثناء التشغيل. وفي الوقت الذي يحدث فيه خلل مقصود لتوازن الأعمدة، سنحتاج أيضًا إلى تفسير قراءات المؤشر القرصي لتحديد ما إذا كانت الموازنة صحيحة بالنسبة للآلة وعوامل الزيادة في درجات الحرارة.

وفي معظم الحالات، يساء فهم الزيادة في درجات الحرارة فيما يتعلق بتحقيق توازن المعدات الدوارة. وجميع الآلات تقريبًا تزيد درجة حرارتها لدرجة ما عندما تصل إلى الظروف اللازمة لتشغيلها. ومن الممكن أن يكون سبب هذا الارتفاع في درجات الحرارة عددًا من العوامل التي تتراوح ما بين تحرك السائل خلال المضخة ووصولاً للبيئة المحيطة. ويمكن لصانع الآلة إعطاء الزيادة المتوقعة الناتجة عن تشغيل الآلة فقط. ويعتبر هذا جيد في حالة عدم تسبب المعددات أو البيئة المحيطة لأي حرارة إضافية، لكن هذا **لا** يحدث دائمًا.

عملية تحديد الزيادة في درجات الحرارة وتصحيحها ليست معقدة كما يظن معظم الناس. فيمكنك تحديد الزيادة في درجات الحرارة التي تواجهها الآلة بدقة والتعويض عنها أثناء عملية التوازن بطريقة معتدلة وسهلة. وسترى أيضًا أن الزيادة في درجات الحرارة لا تحدث بصورة منتظمة من الجزء الأمامي وحتى الجزء الخلفي للآلة، هذا إلى جانب الزيادة في درجات الحرارة من آلة لأخرى.

حساب الزيادة في درجات الحرارة

ويعتبر حساب الزيادة في درجات الحرارة عملية في غاية السهولة، لدرجة أنها لا تضيف وقتًا كبيرًا لعملية التوازن. في الواقع، يجب استكمال معظم المعلومات الضرورية لتحديد الزيادة في درجات الحرارة أثناء تشغيل الآلة.

وبمجرد تجميع هذه المعلومات، قد لا تقوم هذه المعلومات بإحداث تغيير كبير لدرجة أنه يجب إعادة حسابها مرة أخرى. والأجزاء التالية تمثل المتغيرات اللازمة لحساب الزيادة في درجات الحرارة لكل قدم من أقدام الآلة.

T_{Cold} متوسط درجة الحرارة أثناء إيقاف التشغيل

T_{Hot} متوسط درجة الحرارة أثناء التشغيل

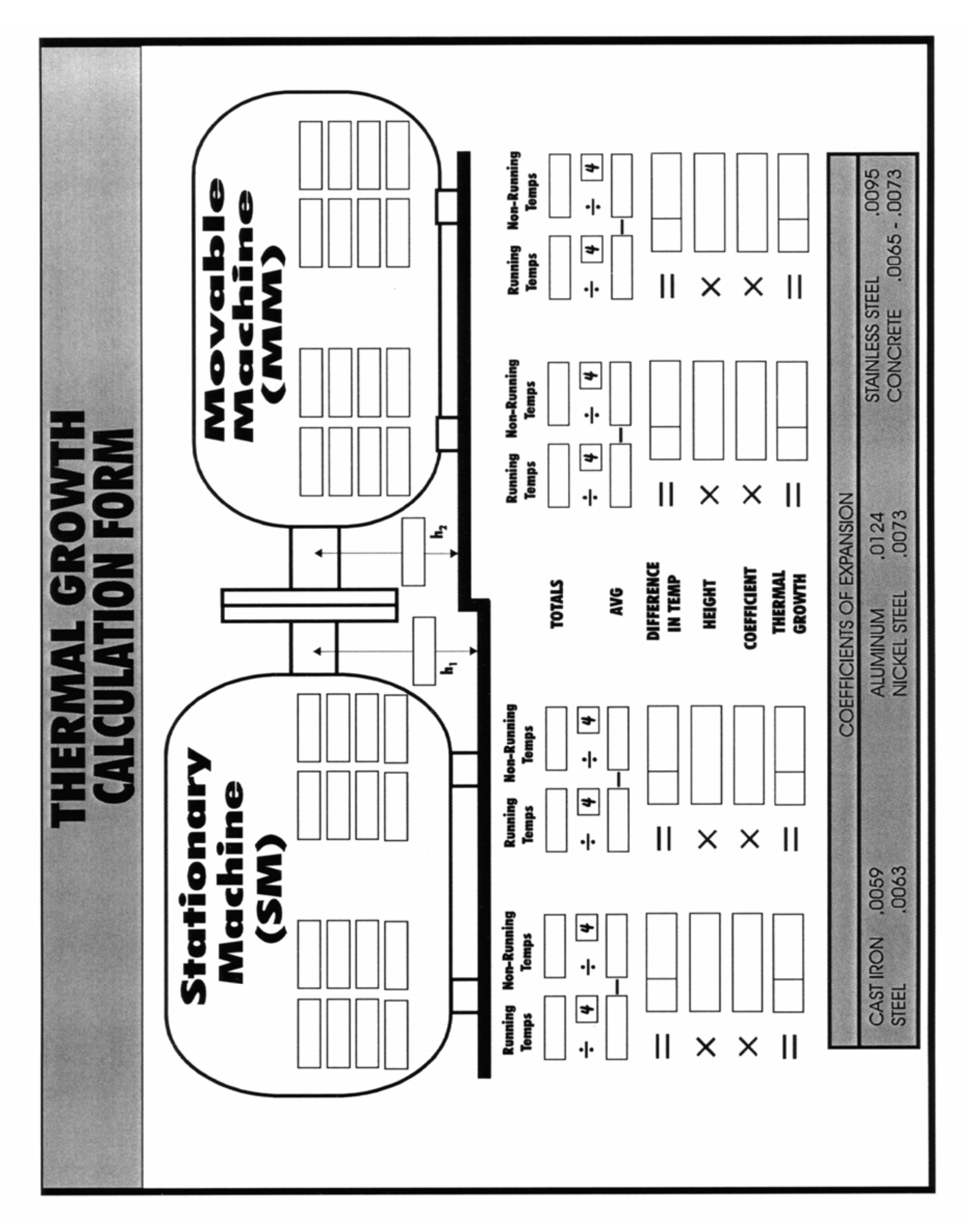
h درجة الارتفاع من صفيحة القاعدة حتى الخط المركزي للعمود.

k معامل التمدد للآلة (بالمليمتر)

وتُدمج هذه العوامل في الصيغة التالية:

$$ThermalGrowth = (T_{Hot} - T_{Cold}) \times h \times k$$

ولسهولة الاستخدام، تم دمج هذه الصيغة في نموذج حساب الزيادة في درجات الحرارة، كما هو موضح بالشكل رقم 63.



الشكل 63 – نموذج حساب الزيادة الحرارية

1. وبالنسبة لجميع الآلات، يتعين علينا أولاً تحديد معامل التمدد من نوع المادة التي تتكون منها الآلة. ولكل المواد معدلات تمدد مختلفة يمكن الحصول عليها من نموذج حساب الزيادة في درجات الحرارة. وتقدم معدلات التمدد هذه بالملي، وبالتالي تحسب جميع عوامل الزيادة في درجات الحرارة بالملي. يوضح الجدول رقم 1 معدلات التمدد النموذجية للعديد من المواد المعروفة. سجل المعامل المادي للتمدد في المربعات المناسبة بنموذج حساب الزيادة في درجات الحرارة.

الجدول رقم 1 – معاملات التمدد (بالملليمترات)

المادة	معدل التمدد
الحديد الزهر	.0059
الصلب	.0063
الألومنيوم	.0124
الفولاذ النيكلي	.0073
الحديد الذي لا يصدأ (ستينليس ستيل)	.0095
الخرسانة	.0065 - .008

2. بمجرد تحديد المادة، يكون من الضروري قياس ارتفاع الآلة. وبما أننا معنيين فقط بالخطوط المركزية للعمود، يتم قياس الارتفاع من صفيحة القاعدة وحتى الخط المركزي لكل عمود. يجب قياس الارتفاع بالبوصة. يجب أن تكون القياسات دقيقة في نطاق 4/1 بوصة للحفاظ على الحسابات الدقيقة. سجل قياسات الارتفاع في مربعات مناسبة على نموذج الحساب.

3. الخطوة التالية عبارة عن تسجيل درجات الحرارة أثناء التشغيل وأثناء إيقاف التشغيل. وترتفع درجات الحرارة أثناء التشغيل بصورة نموذجية مما يؤدي إلى حدوث الزيادة في درجات الحرارة. بعض الآلات مثل وحدات التبريد أو آلات ضغط الغاز تكون درجة حرارتها في الواقع أبرد عند التشغيل. وهذه هي حالة انخفاض في درجات الحرارة. قبل إيقاف تشغيل أي آلة، يمكن تسجيل درجات الحرارة أثناء التشغيل أيضًا، حتى تكون كافة المتغيرات معروفة قبل تنفيذ عملية التوازن. يتم تسجيل درجات الحرارة أثناء إيقاف التشغيل بعد إيقاف تشغيل الآلة وتركها لفترة كافية حتى تبرد.

يتم تسجيل درجات الحرارة أثناء التشغيل والإيقاف في مستويات كل قدم من أقدام الآلتين. وستقوم بأخذ القراءات الأربع بطريقة نموذجية للحصول على المتوسط الإجمالي لكل قدم. وسيساعدك نموذج حساب الزيادة في درجات الحرارة في إيجاد متوسط درجات الحرارة وتحديد معدل الاختلاف في درجات الحرارة.

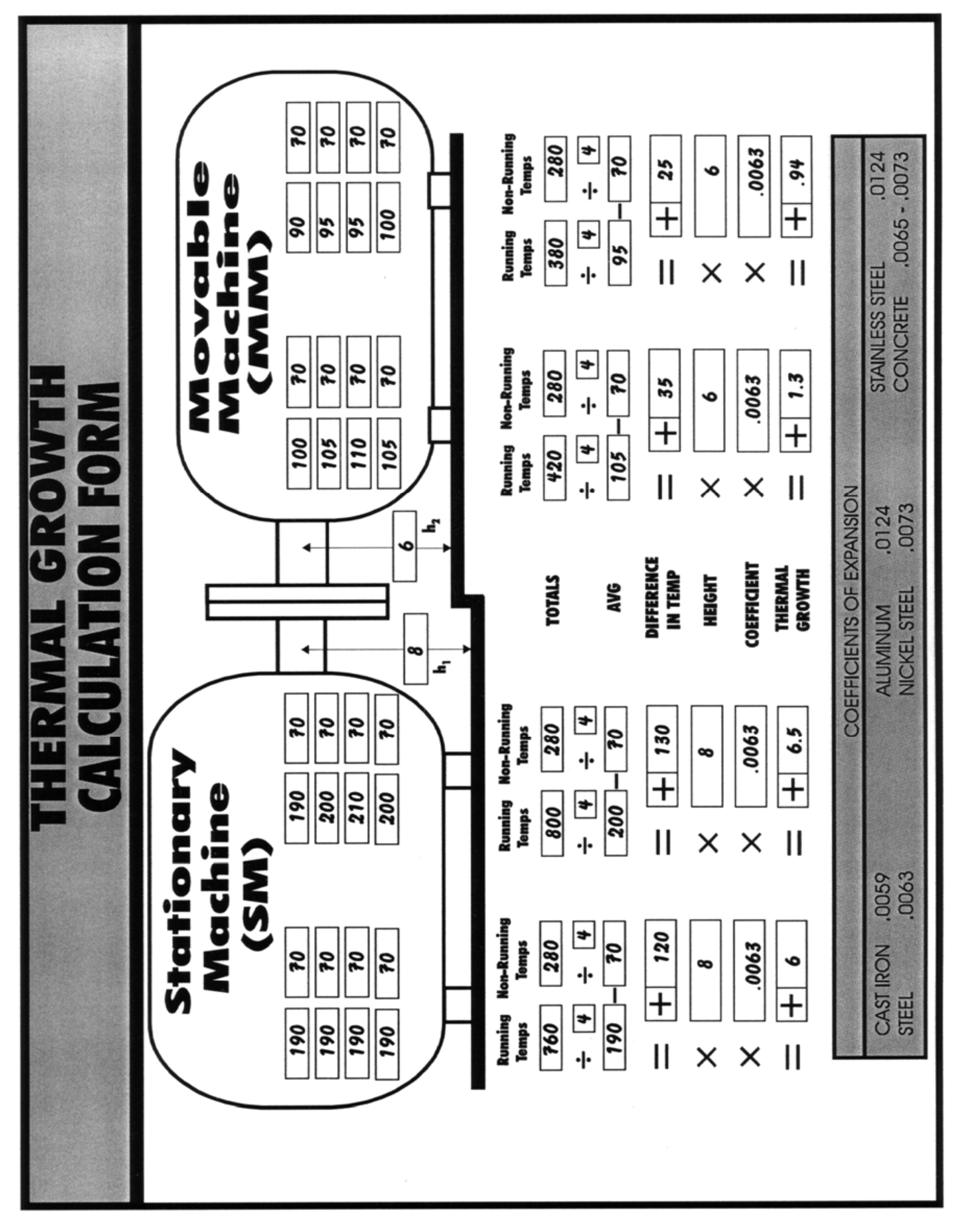
4. بمجرد تحديد جميع المتغيرات وإدخالها في النموذج، تصبح مسألة الحساب عملية بسيطة إلى حد ما. يجب دراسة التغيرات في درجات الحرارة التي تزيد عن 0.002 بوصة. وسنقوم بعمل رسم بياني للنتائج في جزء لاحق من هذا الفصل، وسترى قدر تأثير التغيرات في درجات الحرارة على التوازن.

المثال رقم 1 – حساب الزيادة في درجات الحرارة

وباستخدام المعلومات التالية، حدد الزيادة في درجات الحرارة التي تواجهها كل آلة عند كل قدم. يوضح الشكل رقم 64 عملية الحساب باستخدام هذه المعلومات.

المحرك					
درجات حرارة القدم الأمامية	(أثناء التشغيل)	100 فهرنهايت	105 فهرنهايت	110 فهرنهايت	105 فهرنهايت
	(أثناء إيقاف التشغيل)	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت
درجات حرارة القدم الخلفية	(أثناء التشغيل)	90 فهرنهايت	95 فهرنهايت	95 فهرنهايت	100 فهرنهايت
	(أثناء إيقاف التشغيل)	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت
المادة المصنوع منها المحرك					الصلب
ارتفاع المحرك	**"6**				
المضخة					
درجات حرارة القدم الأمامية	(أثناء التشغيل)	190 فهرنهايت	200 فهرنهايت	210 فهرنهايت	200 فهرنهايت
	(أثناء إيقاف التشغيل)	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت
درجات حرارة القدم الخلفية	(أثناء التشغيل)	190 فهرنهايت	190 فهرنهايت	190 فهرنهايت	190 فهرنهايت
	(أثناء إيقاف التشغيل)	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت
المادة المصنوع منها المضخة					الصلب
ارتفاع المضخة	**"8**				

وكما ترى من المثال السابق، في حالة توازن هذه الآلة على نحو كامل، ستصل إلى حالة الخلل في التوازن إلى حوالي 0.005 بوصة أثناء تشغيل الآلة. وقد يسبب هذا القدر من الخلل في التوازن بعض المشاكل الخطيرة للمكونات الإضافية بالنسبة لكل من المحرك والآلات التابعة. ولا تقوى وحدات مثل السدادات والمحامل على مواجهة هذا القدر من الخلل في التوازن. وعند استخدام عوامل الزيادة في درجات الحرارة هذه من أجل الرسم البياني، قم بتحويل كل الحسابات إلى أقرب نصف ملليمتر (0.005 بوصة).

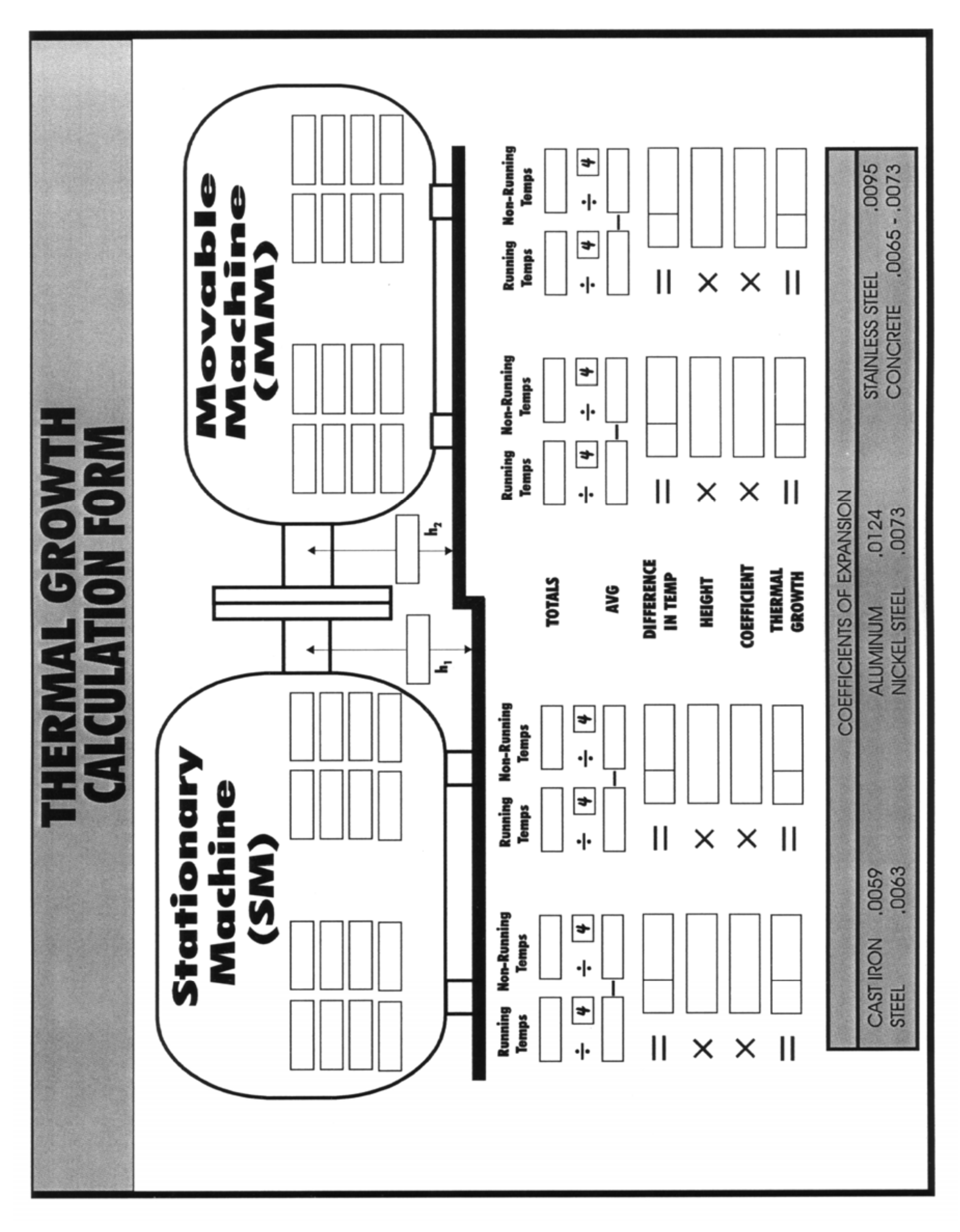


الشكل 64- حساب الزيادة الحرارية (مثال رقم 1)

تمرين رقم 1 على الزيادة في درجات الحرارة

وباستخدام المعلومات التالية، حدد الزيادة في درجات الحرارة التي تواجهها كل آلة عند كل قدم. استخدم الشكل رقم 65 لإجراء عملية الحساب باستخدام هذه المعلومات.

المحرك					
درجات حرارة القدم الأمامية	(أثناء التشغيل)	115 فهرنهايت	120 فهرنهايت	120 فهرنهايت	125 فهرنهايت
	(أثناء إيقاف التشغيل)	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت
درجات حرارة القدم الخلفية	(أثناء التشغيل)	125 فهرنهايت	125 فهرنهايت	135 فهرنهايت	135 فهرنهايت
	(أثناء إيقاف التشغيل)	68 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	72 فهرنهايت
المادة المصنوع منها المحرك					الصلب
ارتفاع المحرك	**9"**				
صندوق التروس					
درجات حرارة القدم الأمامية	(أثناء التشغيل)	230 فهرنهايت	235 فهرنهايت	238 فهرنهايت	217 فهرنهايت
	(أثناء إيقاف التشغيل)	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت
درجات حرارة القدم الخلفية	(أثناء التشغيل)	210 فهرنهايت	205 فهرنهايت	205 فهرنهايت	200 فهرنهايت
	(أثناء إيقاف التشغيل)	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت	70 فهرنهايت
المادة المصنوع منها صندوق التروس					الصلب
ارتفاع صندوق التروس	**10"**				



الشكل 65 – تمرين #1 الزيادة الحرارية

عمليات تصحيح مع الزيادة في درجات الحرارة

عندما تنطبق اعتبارات الزيادة في درجة الحرارة على حالة توازن ما، تعتبر الطريقة البيانية هي الطريقة الأسهل والأسرع المتاحة لتحديد عمليات تصحيح التوازن.

31الهدف رقم
من مجموعة توازن تصحيح عمليات تحديد الحرارية الزيادة مع الآلات.

عند تنفيذ عملية توازن ممتازة، ستتمكن عندئذ من إزالة معدل رقاقات الضبط المساوي لمعدل زيادة حجم كل قدم. ولن يكون هذا ممكنًا سوى إذا أثرت الزيادة في درجات الحرارة في الآلة المتحركة فقط. وعادة ما تتأثر الآلة الثابتة بالزيادة في درجة الحرارة أكثر من تأثر المحرك بها، ولهذا السبب سوف يقدم الرسم البياني مؤشرًا مرئيًا لوضع الآلة النسبي.

عند تمثيل الخلل في التوازن مع الزيادة في درجات الحرارة بالرسم البياني، يمكن استخدام إما طريقة القرص المتصالب أو طريقة القرص العكسي. ويتطابق الرسم البياني مع أي توازن عادي في كل شيء، عدا في إضافة وضعي الآلة على الرسم البياني. والاختلاف الوحيد بين طريقة القرص العكسي وطريقة القرص المتصالب تتلخص في أنه أثناء طريقة القرص العكسي، يجب تغيير علامة مؤشر الآلة المتحركة قبل التخطيط.

1. حدد معدل الزيادة في درجات الحرارة عند كل قدم من أقدام كلتا الآلتين. (استخدم نموذج حساب الزيادة في درجات الحرارة.)

2. ارسم خط توازن جاري (RAL) على القياس الأفقي للرسم البياني.

3. ارسم مجموعة الآلات بالكامل وأوضاع المؤشرات على القياس الرأسي للرسم البياني.

4. من مخطط خط التوازن الجاري (RAL)، ارسم خط الزيادة في درجات الحرارة لقدمي الآلة الثابتة. (إذا كانت الزيادة بنسبة 0.005 بوصة، يمكن وضع نقطة التخطيط بعد خمسة مربعات إلى الجهة السلبية من خط التوازن الجاري (RAL) كما يمكن رسم حالة انقباض حراري في الجهة الإيجابية من خط التوازن الجاري (RAL)).

5. وباستخدام مسطرة التقويم، استنتج نقاط التخطيط هذه عبر الخطوط الرأسية بالنسبة لمؤشرات كل من مؤشرات الآلة المتحركة والآلة الثابتة. وهذا هو ما يسمى بخط التوازن البارد للآلة الثابتة (SMCAL). كما يسمى أيضًا نقطة مرجعية صفرية للجزء الخاص برسم المؤشر ضمن الإجراءات.

6. كرر العملية مع كل قدم من أقدام الآلة المتحركة. وهذا ما يسمى بخط التوازن البارد للآلة المتحركة (MMCAL)، أو الموقع المفضل لوضع الآلة المتحركة بالنسبة للآلة الثابتة.

:

$$\text{SM Plot Point} = \frac{\text{SM Indicator}}{2}$$

$$\text{MM Plot Point} = \frac{\text{MM Indicator}}{2} \quad (+/-) \text{ For Reverse Dial Only}$$

ملاحظة:

القراءات الإيجابية موجودة أعلى خط التوازن على البارد للآلة الثابتة (SMCAL)، أما القراءات السالبة فتوجد أسفل خط التوازن على البارد للآلة الثابتة (SMCAL).

8. وباستخدام مسطرة التقويم، استنتج نقاط التخطيط هذه عبر الخطوط الرأسية بالنسبة لمؤشرات كل من أقدام

ملاحظة:

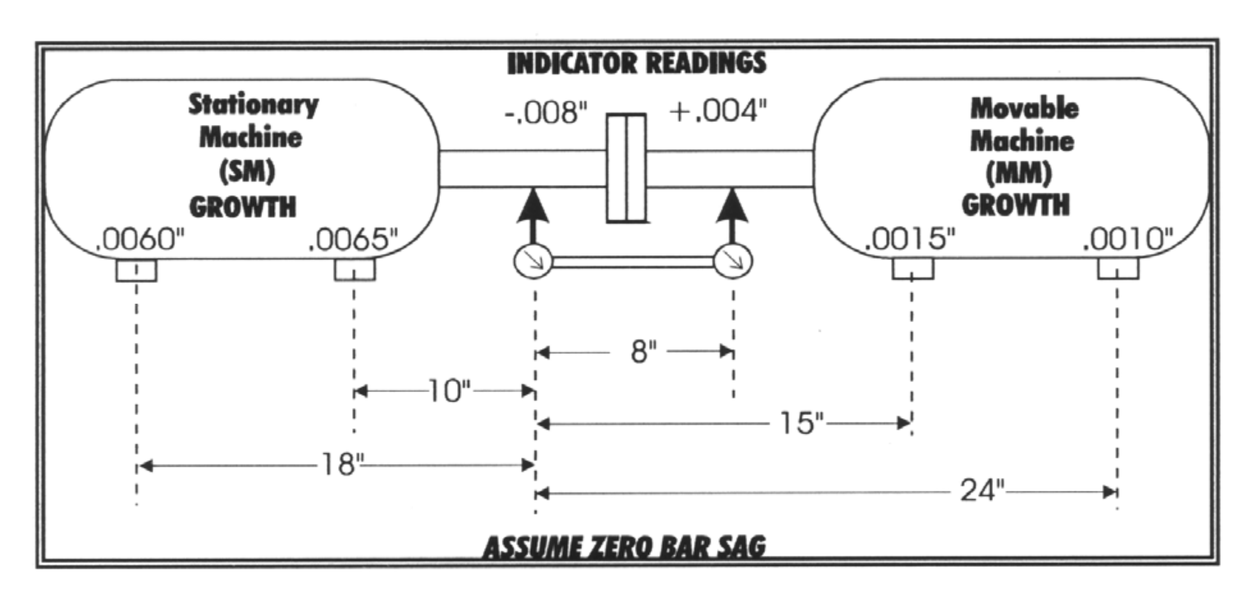
فيما يلي توضيح لمقياس هذا المثال:
- المقياس الأفق **1 Block = 1"**
- المقياس الرأسي **1 Block = .001"**

الآلة المتحركة. وهذا يمثل خط خلل التوازن (MAL).

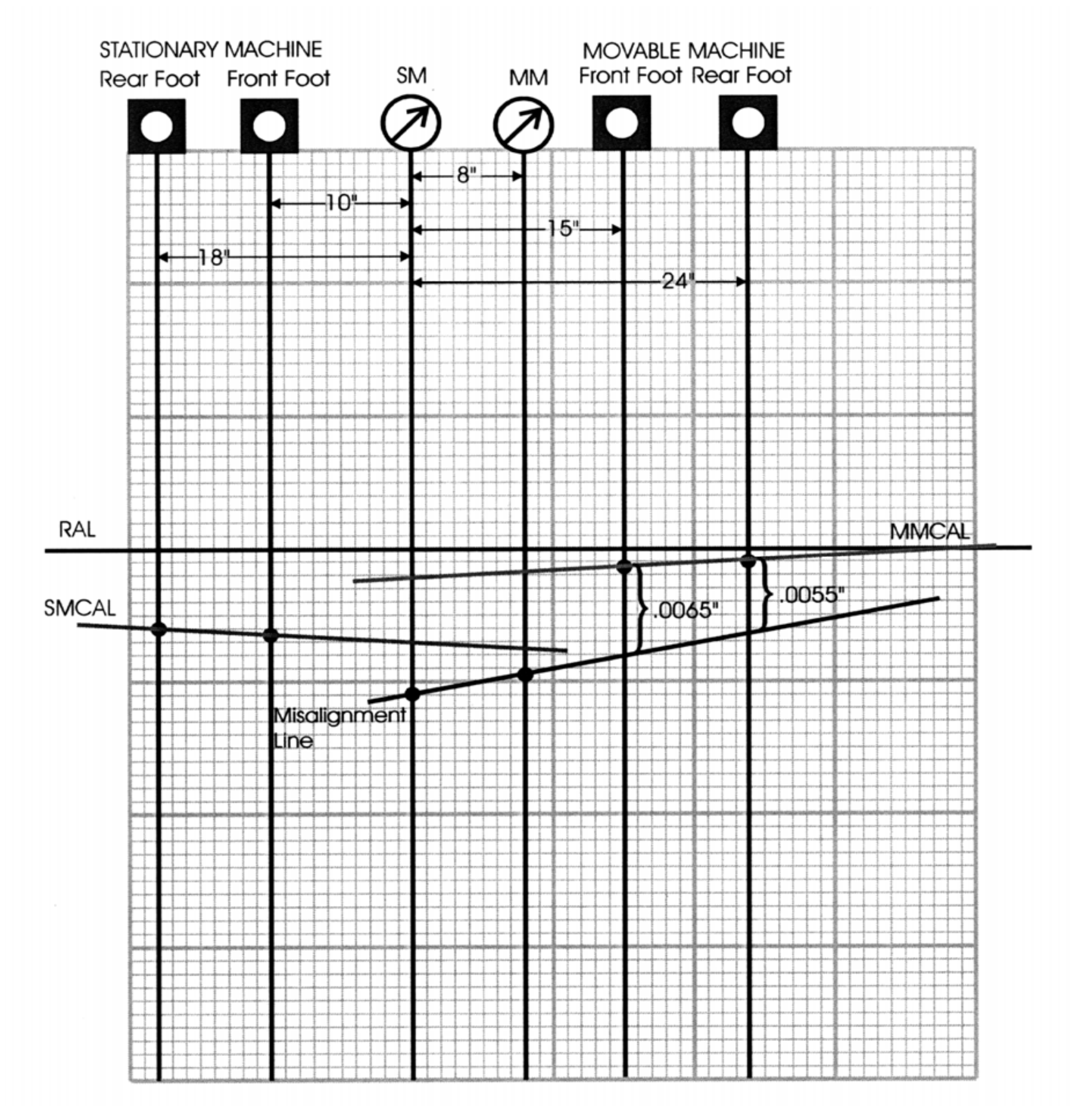
9. قم بالعد لأعلى أو لأسفل بدءًا من خط خلل التوازن (MAL) إلى خط التوازن البارد للآلة المتحركة (MMCAL)، لتحديد تغيرات رقيقة الضبط. توضح مؤشرات التحرك لأعلى إضافة رقيقة ضبط، كما يشير التحرك لأسفل إلى إزالة رقيقة ضبط.

<u>المثال رقم 2 - تمثيل الخلل في التوازن مع الزيادة في درجات الحرارة بالرسم البياني</u>

بمعرفة معطيات حساب الزيادة في درجات الحرارة من المثال رقم 1، حدد عمليات الضبط لرقيقة الضبط المطلوبة حتى يتم تحقيق توازن الآلة المتحركة على البارد بأفضل طريقة باستخدام طريقة **القرص العكسي**. ويوضح الشكل 66 عوامل الزيادة في درجات الحرارة التي تم حسابها من قبل وبيانات حول أبعاد مجموعات الآلات.



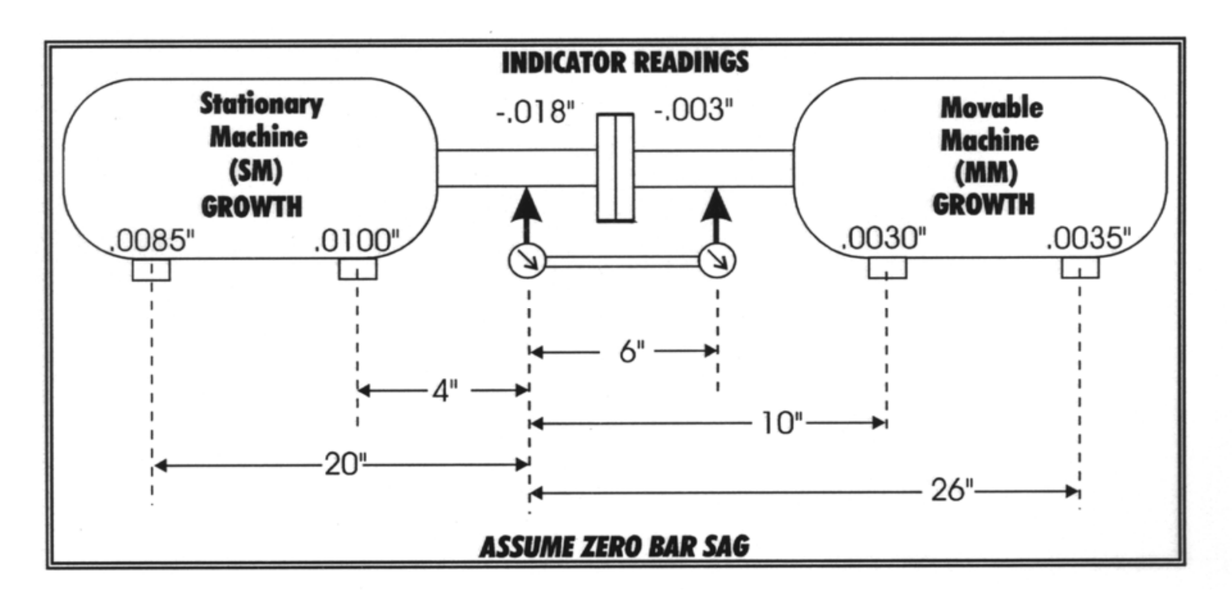
الشكل رقم 66- بيانات حول الأبعاد والمؤشرات والزيادة في درجات الحرارة للمثال رقم 2



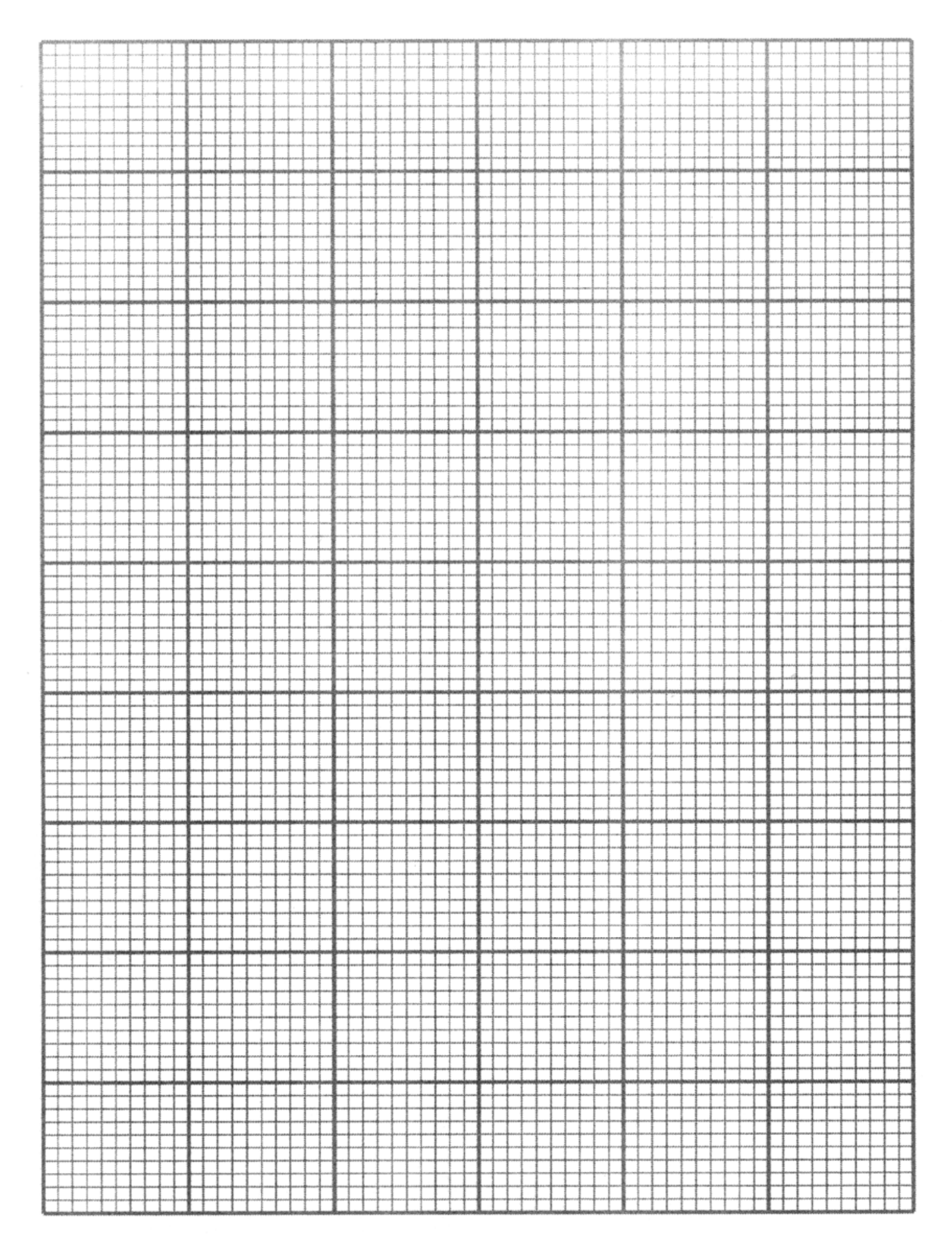
الشكل 67 – رسم الزيادة في درجات الحرارة والخلل في التوازن

<u>تمرين رقم 2 على الزيادة في درجات الحرارة</u>

مستخدمًا:سوف تُستخدم في هذا التمرين عوامل الزيادة في درجة الحرارة من التمرين رقم 2 على الزيادة في درجة الحرارة. ويوضح الشكل رقم 68 كافة عوامل الزيادة في درجات الحرارة الخاصة بالبيانات حول الأبعاد والمؤشرات لحل هذا التمرين. استخدم طريقة القرص العكسي والرسم البياني الموضحة في الشكل رقم 69 لتحديد عمليات ضبط رقيقة الضبط لتحقيق أفضل توازن لهذه الآلات على البارد.



الشكل 68 – تمرين #2 الزيادة في درجة الحرارة



الشكل رقم 69- بيانات حول الأبعاد والمؤشرات والزيادة في درجات الحرارة للتمرين رقم 2

عند القيام بتحقيق التوازن في الآلات التي تخضع لارتفاع حراري، سوف تتزن خطوط عمود الإدارة الوسطى بعد ضبط المعدات في أماكنها المتزنة على البارد بشكل صحيح. سوف يزيد معدل توازن الآلات عندما تصل إلى حالة التشغيل الكاملة. ونظرًا لعدم توازن الخطوط المركزية لعمود الإدارة عن قصد في حالة عدم التشغيل، سوف تكون قراءة المؤشرات القرصية شيئًا آخر غير الأصفار في وضع الساعة السادسة. فيما يلي إجراءات تحديد قراءات المؤشر القرصي.

الهدف رقم 32
حدد القراءات الأخيرة لمؤشرات مجموعة الآلات التي تم عمل توازن على البارد لها.

الإجراءات

1. على الخط الرأسي الذي يمثل مؤشر الآلة الساكنة (SM)، احسب عدد المربعات من موقع خط التوازن على البارد للآلة الساكنة (SMCAL) إلى موقع مكان خط التوازن على البارد للآلة المتحركة (MMCAL). تشير الحركة فوق خط (SMCAL) إلى رقم إيجابي، بينما تشير الحركة أسفله إلى رقم سلبي.

2. استخدم الرقم الناتج من الخطوة رقم #1، واضربه في 2. يجب أن تكون هذه النتيجة هي قراءة مؤشر الآلة الثابتة للتوازن الصحيح على البارد نتيجة الزيادة الحرارية..

3. على الخط الرأسي الذي يمثل مؤشر الآلة المتحركة (MM)، احسب عدد المربعات من موقع خط التوازن على البارد للآلة الثابتة (SMCAL) إلى موقع مكان خط التوازن على البارد للآلة المتحركة (MMCAL).

4. استخدم الرقم الناتج من الخطوة رقم #3، واضربه في 2. يجب أن تكون هذه النتيجة هي قراءة مؤشر الآلة المتحركة للتوازن الصحيح على البارد نتيجة الزيادة الحرارية.

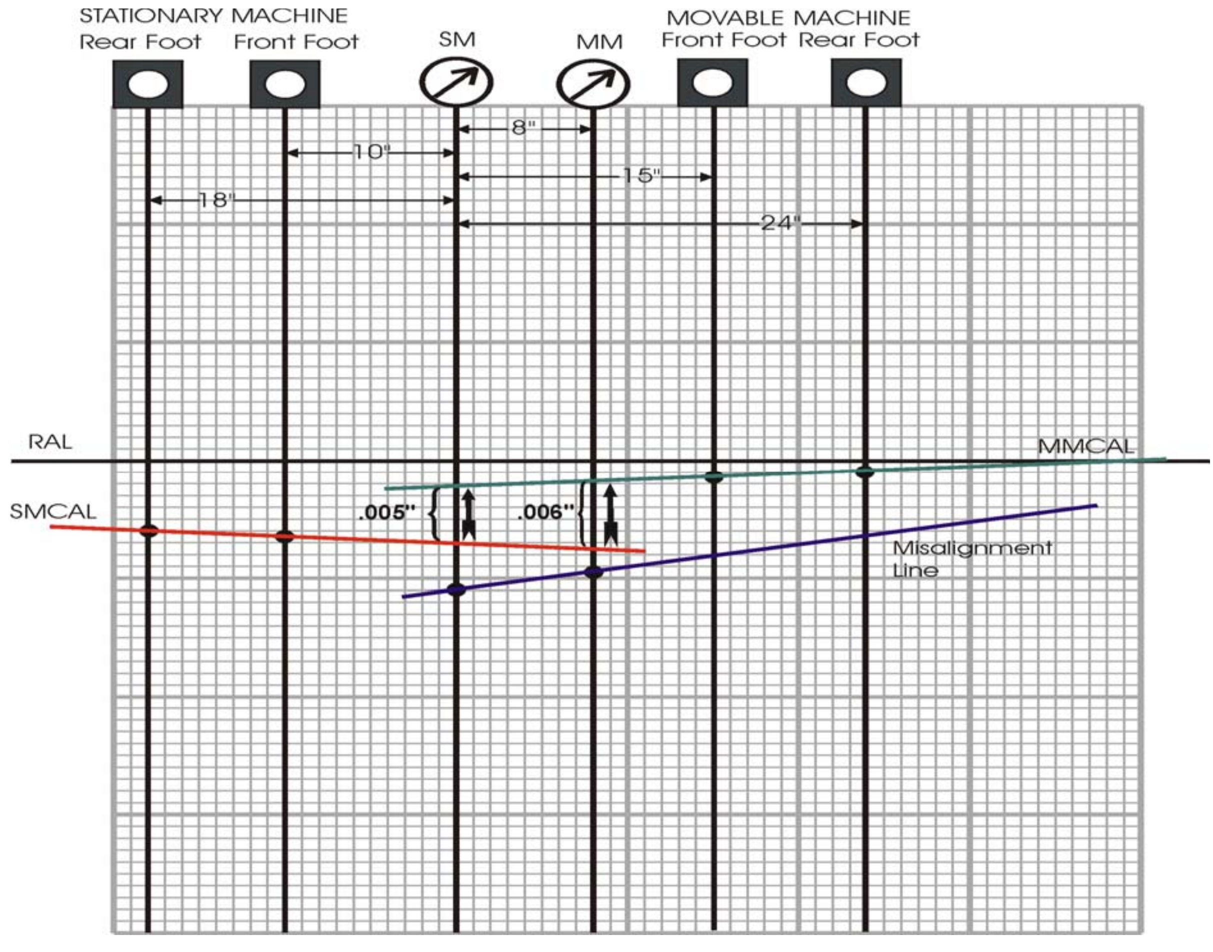
5. إذا قمت بتحديد ارتخاء الشدادة على أنه معامل في الإعداد للتوازن، فيجب أن تقوم بحسابه. عند حساب ارتخاء الشدادة من قراءات المؤشر النهائية، يجب أن تطرحه من القراءات المرجوة المحسوبة للحصول على القراءة النهائية. سوف يُضاف الارتخاء في المؤشرات السفلى إلى هذه القراءة (مؤشرات الساعة السادسة للقرص المتصالب).

مثال #3 – تحديد قراءات المؤشر النهائية

مستخدمًا: يستعين هذا المثال المخطط الناتج من المثال #2، (تذكر أن هذا المخطط نشأ باستخدام طريقة القرص العكسي وكانت قيمة ارتخاء الشدادة تساوي صفرًا). باستخدام المخطط الموضح في الشكل رقم 70، حدد قراءات المؤشر النهائية الصحيحة للتوازن على البارد.

ملاحظة:

إذا كنت تستخدم طريقة القرص العكسي، فيجب أن تغيير علامة هذا الرقم أيضًا.



الشكل 70 - تحديد قراءات المؤشر النهائية (مثال #3)

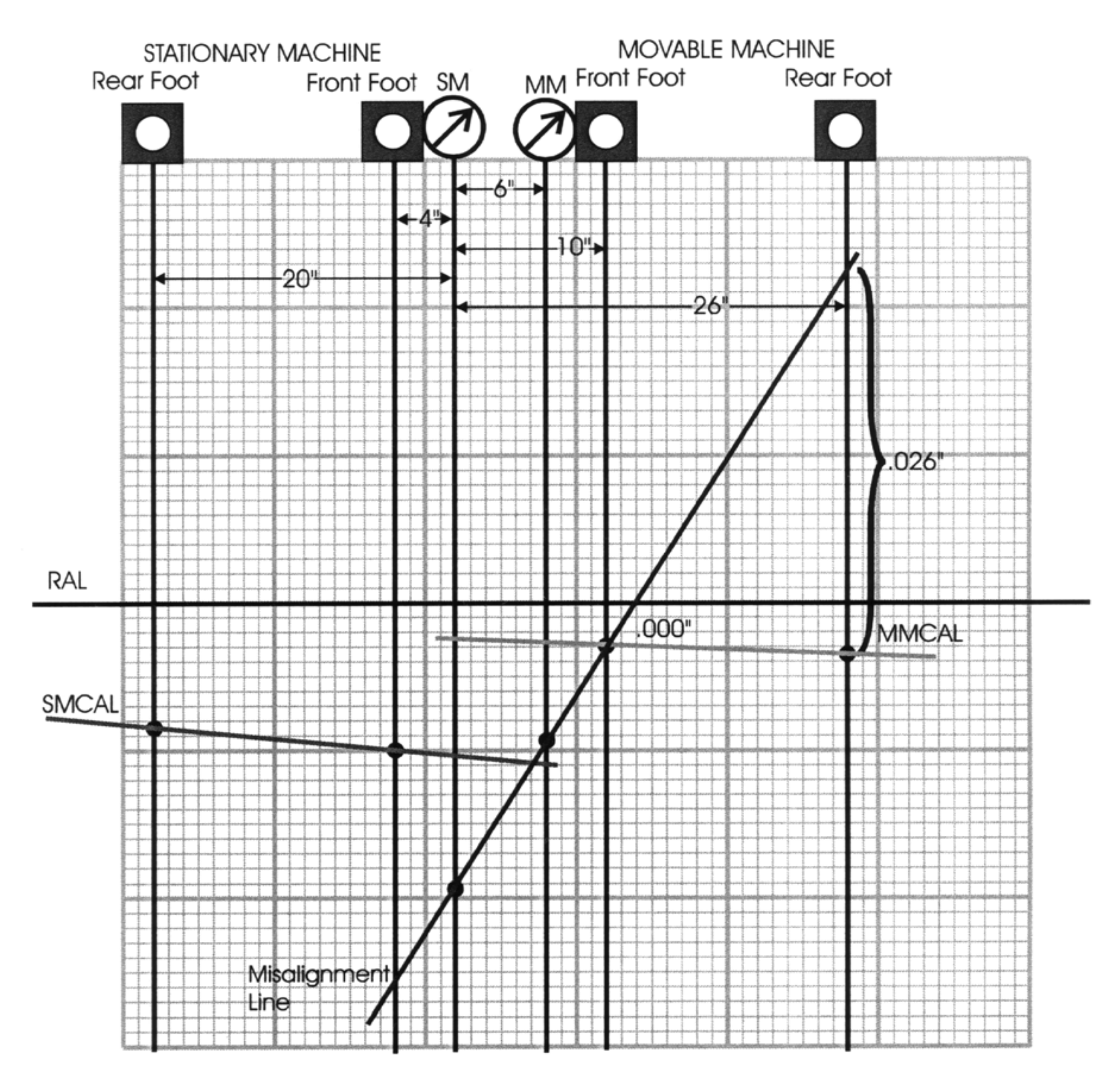
الحل: نظرًا لأن الحركة من SMCAL إلى MMCAL متصاعدة، فإن كلا القراءتين موجبتين.

SM (الآلة الساكنة) = 2 x0.005 MM (الآلة المتحركة) = = 2 x0.006 (+\-)

= **-.012"** = **.010"**

<u>تمرين #3 على الزيادة الحرارية</u>

مستخدمًا:يستعين هذا المثال الرسم البياني الناتج من المثال #2 الزيادة في درجات الحرارة، (تذكر أن هذا الرسم البياني نشأ باستخدام طريقة القرص العكسي وكانت قيمة ارتخاء الشدادة تساوي صفرًا). ويوضح الشكل 71 الرسم البياني الذي تم إنشاءه؛ باستخدام هذا المخطط، حدد قراءات المؤشر القرصي النهائية المرغوبة.



الشكل 71 – تمرين #3 الزيادة الحرارية

الحل:

مؤشر الآلة الساكنة__________ مؤشر الآلة المتحركة________

ملخص

تناول هذا الفصل أساسيات الزيادة الحرارية وكيفية تأثيرها على عملية التوازن.

ماذا تعلمت...

الخطوة الأولى هي حساب الزيادة المتوقعة من حالات التشغيل إلى حالات عدم التشغيل. وباستخدام نموذج الزيادة في درجات الحرارة يمكنك أن تفعل ذلك ببساطة،

الخطوة الثانية هي رسم أوضاع الآلة الباردة المتصلة ببعضها البعض والتوازن الفعلي. بمجرد إجراء ذلك، يمكن تحديد قراءات المؤشر القرصي النهائية المرغوبة للتحقق من أن الآلات قد تم إجراء التوازن لها على البارد بشكل صحيح.

ويمكن توفير الوقت على المدى الطويل وتخفيض وقت إيقاف التشغيل وكذلك كمية الأجزاء المصابة بالبلى وذلك باستغراق الوقت اللازم لمعرفة ما إذا كانت الزيادة الحرارية أحد عوامل الآلات.+

أسئلة للمراجعة

1. اشرح أهمية حساب الزيادة الحرارية في عملية تحقيق التوازن.

2. اذكر ثلاثة متغيرات ضرورية لحساب الزيادة الحرارية.

3. ما هي المخططات التي عند معالجة الزيادة الحرارية؟

4. ما هي نقطة المرجعية الصفرية، عند معالجة الزيادة الحرارية وعدم توازن مؤشر التخطيط؟

5. كيف يتم تحديد قراءات المؤشر النهائية المرغوبة، عند معالجة الزيادة الحرارية؟



عمليات التوازن غير المعيارية

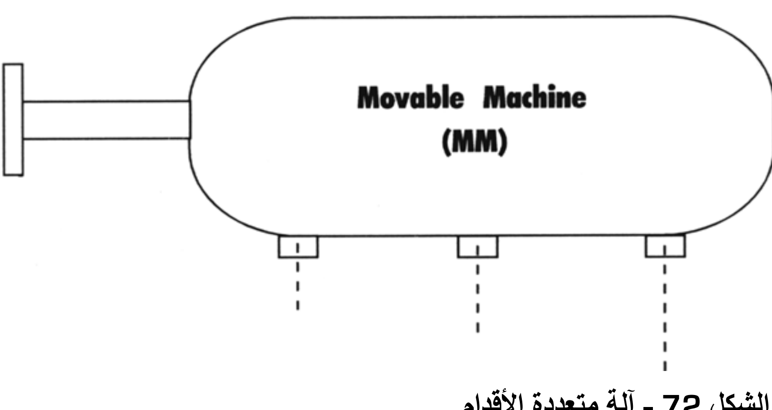
مقدمة

بالإضافة إلى إجراء التوازن النموذجي للمحرك والمضخة، هناك حالات توازن إضافية، قد يصادفها المرء. يتناول هذا الفصل هذه الحالات وكيفية تطبيقها خلال دورة العمل اليومي.

أقدام\مسامير متعددة

في حالة الآلة التي تحتوي على أقدام متعددة (الشكل 72)، قد يتم إجراء التوازن بدقة لكل قدم على حدة. يرجع سبب أهمية ذلك الأمر، في أنه لو تم إجراء التوازن على الأقدام الأمامية والخلفية فقط، فقد تسبب الأقدام الوسطى حدوث ارتخاء الغطاء الخارجي أو ارتفاعه. سوف يسبب ذلك في النهاية بلى غير مستوي في المكونات وعدم توازن في نهاية الأمر. يمكن تحديد التوازن بدقة لكل الأقدام باستخدام العملية الرياضية أو التخطيطية مع كلا من طريقتي القرص المتصالب والقرص العكسي. الهدف الكلي هو معالجة القدم الثالثة كما لو كنت ستعالج القدم الأمامية أو الخلفية.

الهدف رقم 33
إجراء التوازن على ماكينة ذات أرجل متعددة.

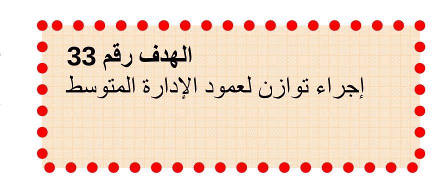


الشكل 72 - آلة متعددة الأقدام

في حالة استخدام الطريقة الرياضية، قس بكل بساطة مركز كل قدم ثم احسب كمية الحركة المطلوبة لهذه المسافة. في حالة إجراء التوازن باستخدام الطريقة التخطيطية، ارسم خطًا رأسيًا على المخطط الذي يمثل القدم الثالثة. وتمثل نقطة تقاطع خط عدم التوازن مع الخط الرأسي النقطة التي يُحسب عندها الحركات. يمكن تطبيق هذه العملية على عملية تخطيط الزيادة الحرارية.

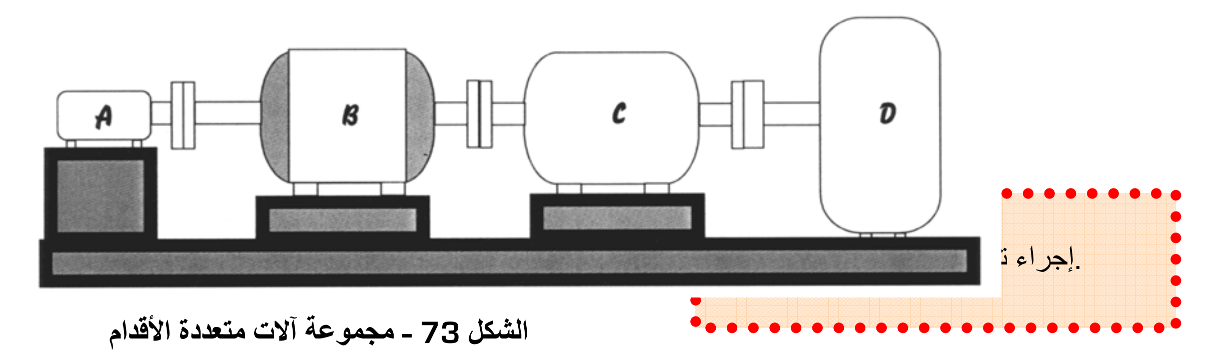
إذا كانت قاعدة الآلة تحتوي على مسامير متعددة بطول الأساس، قم بعلاج كل مسمار منفصل على حدة كالقدم. قد يكون ذلك مهمًا مع المعدات الكبيرة التي تحتوي على العديد من المسامير على وجه الخصوص، مثل التوربينات أو المضخات متعددة المراحل.

الآلات المتعددة



الهدف رقم 33
إجراء توازن لعمود الإدارة المتوسط

عند العمل على آلة متسلسلة تضم آلات متعددة، ابدأ بفحص متسلسلة الآلات كلها من طرف لآخر (راجع الشكل 73). ابحث عن نقطة بداية منطقية، مثل أي آلة لا يمكن تحريكها أو أي حالة قد تقيد حالة آلة معينة. ومثال على ذلك، آلة تشكو من صعوبة وصول الأنابيب للنظام. بمجرد تحديد نقطة البداية، ابدأ العمل بتسلسل منطقي في إجراء توازن منفصل على كل الآلات. ولا تحاول أبدًا إجراء التوازن على كل مكونات مجموعة ألآلات مرة واحدة.

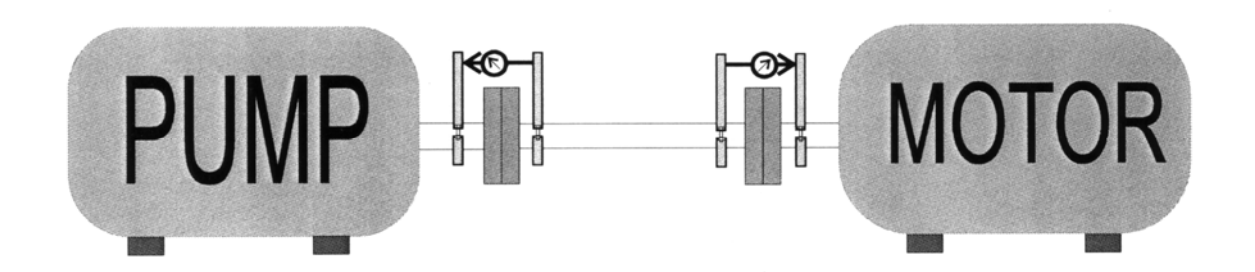


الشكل 73 - مجموعة آلات متعددة الأقدام

بالإشارة إلى الشكل 73،دعنا نفترض أن الآلة **B** آلة مهمة بالنسبة للحركة. فسوف تكون الخطوة الأولى هي إجراء التوازن بين الآلة A والآلة B، بحيث تكون الآلة B هي الآلة الثابتة والآلة B هي الآلة المتحركة. بمجرد الانتهاء من إجراء التوازن، يمكنك الانتقال إلى مجموعة الآلات التالية. ستتكون المجموعة التالية من الآلة B والآلة C، بحيث تكون الآلة B هي الآلة الثابتة والآلة C هي الآلة المتحركة. في الخطوة التالية، تصبح الآلة C هي الآلة الثابتة والآلة D هي الآلة المتحرك. سوف يصبح من السهل تحقيق التوازن الكامل لعمود الإدارة المتوسط بين الآلة A والآلة D إذا تعاملنا مع تلك الآلات على أنها ثلاث توازنات مستقلة، يمكن إجراء التوازن لآلات متعددة بواسطة أي من الطرق التي ناقشناها آنفا.

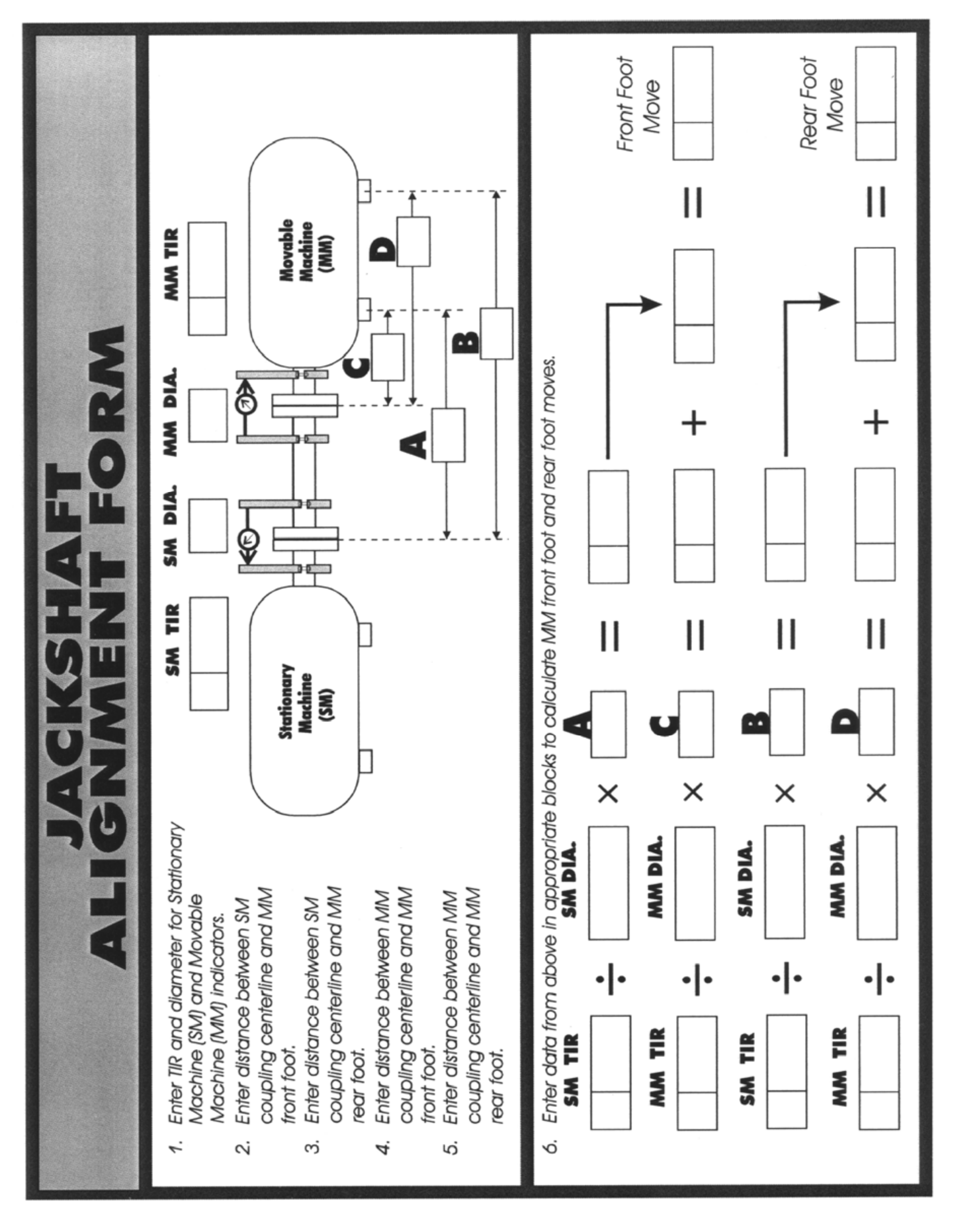
توازن عمود الإدارة المتوسط

في الآلات ذات الفواصل أو أعمدة الإدارة المتوسطة الطويلة، تتزايد مشاركة عملية التوازن بشكل أكبر، ولكن ما تزال فرصة تحقيق التوازن الدقيق ممكنة. في الحقيقة لا يوجد عدم توازن متوازي، يوجد فقط عدم التوازن الزاوي. إذا تمت معالجة عدم التوازن الزاوي، فإن أي توازي سوف تتم معالجته أيضًا عندئذ. يمكن الاستعانة بطريقة القرص العكسي أو القرص المتصالب مع الفواصل القصيرة ولكن طول الباع سوف يعوق استخدام هذه الطرق نتيجة كمية ارتخاء الشدادة الكبيرة الموجودة. وسوف يجعل هذا الارتخاء الشديد أي قراءات يتم تسجيلها غير دقيقة بدرجة كبيرة. يكمن حل هذه المشكلة في استخدام تركيبة قراءة وجه مزدوجة، مثل المعروض في الشكل 74.



الشكل 74 - مجموعة آلات مزودة بمنظومة عمود إدارة متوسط

نظرًا لغياب عدم التوازن المتوازي، فإنه إذا أمكن تحديد الزاويّة عند كل وصلة تقارن، عندئذ يمكن تحقيق توازن دقيق. أي تغيير لوضعية الآلة المتحركة من شأنه أن يعالج عدم توازن الملف. تم تجهيز التثبيتات لتسجيل قراءات الوجه المزدوج. بمجرد تسجيل القراءات (SM TIR وMM TIR) توجد عملية حسابية يمكن إجرائها لتحديد الحركات المطلوبة. لتسهيل الاستخدام، يعرض الشكل 75 نموذجًا لتوازن عمود الإدارة المتوسط. بإدراج البيانات في النموذج وإجراء العمليات الحسابية، سوف يتم تحديد حركات القدم الأمامية والخلفية للآلة المتحركة.



JACKSHAFT ALIGNMENT FORM

1. Enter TIR and diameter for Stationary Machine (SM) and Movable Machine (MM) indicators.
2. Enter distance between SM coupling centerline and MM front foot.
3. Enter distance between SM coupling centerline and MM rear foot.
4. Enter distance between MM coupling centerline and MM front foot.
5. Enter distance between MM coupling centerline and MM rear foot.

SM TIR
SM DIA.
MM DIA.
MM TIR
Stationary Machine (SM)
Movable Machine (MM)
A
B
C
D

6. Enter data from above in appropriate blocks to calculate MM front foot and rear foot moves.

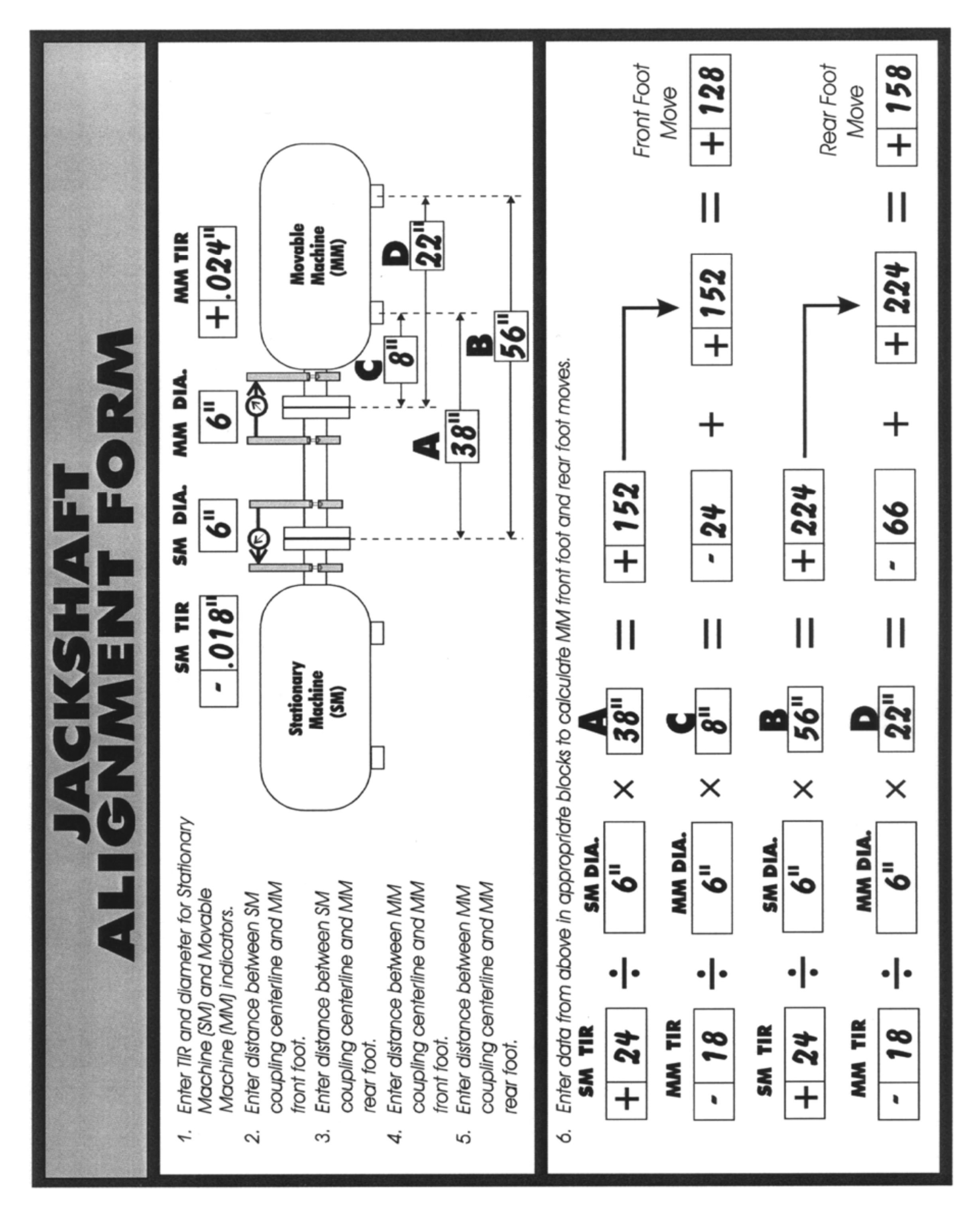
SM TIR ÷ SM DIA. × A =
MM TIR ÷ MM DIA. × C = + = Front Foot Move
SM TIR ÷ SM DIA. × B =
MM TIR ÷ MM DIA. × D = + = Rear Foot Move

الشكل 75 – نموذج توازن عمود الإدارة المتوسط

مثال #1 – توازن عمود الإدارة المتوسط

مستخدمًا: المعلومات التالية، احسب حركات الرفادات المطلوبة لإجراء التوازن التام لمجموعة الآلات وعمود الإدارة المتوسط. يوجد الحل في الشكل 76.

- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة الثابتة +.024
- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة المتحركة. -.018
- قطر مؤشر الآلة الثابتة. "6
- قطر مؤشر الآلة المتحركة "6
- البعد "A". "38
- البعد "B". "56
- البعد "C". "8
- البعد "D" "22



JACKSHAFT ALIGNMENT FORM

1. Enter TIR and diameter for Stationary Machine (SM) and Movable Machine (MM) indicators.
2. Enter distance between SM coupling centerline and MM front foot.
3. Enter distance between SM coupling centerline and MM rear foot.
4. Enter distance between MM coupling centerline and MM front foot.
5. Enter distance between MM coupling centerline and MM rear foot.

SM TIR: - .018"
SM DIA.: 6"
MM DIA.: 6"
MM TIR: + .024"

Stationary Machine (SM)
Movable Machine (MM)

A: 38"
B: 56"
C: 8"
D: 22"

6. Enter data from above in appropriate blocks to calculate MM front foot and rear foot moves.

SM TIR		SM DIA.		A		
+ 24	÷	6"	×	38"	=	+ 152

MM TIR		MM DIA.		C		
- 18	÷	6"	×	8"	=	- 24

SM TIR		SM DIA.		B		
+ 24	÷	6"	×	56"	=	+ 224

MM TIR		MM DIA.		D		
- 18	÷	6"	×	22"	=	- 66

+ 152 + - 24 = + 128 (Front Foot Move)

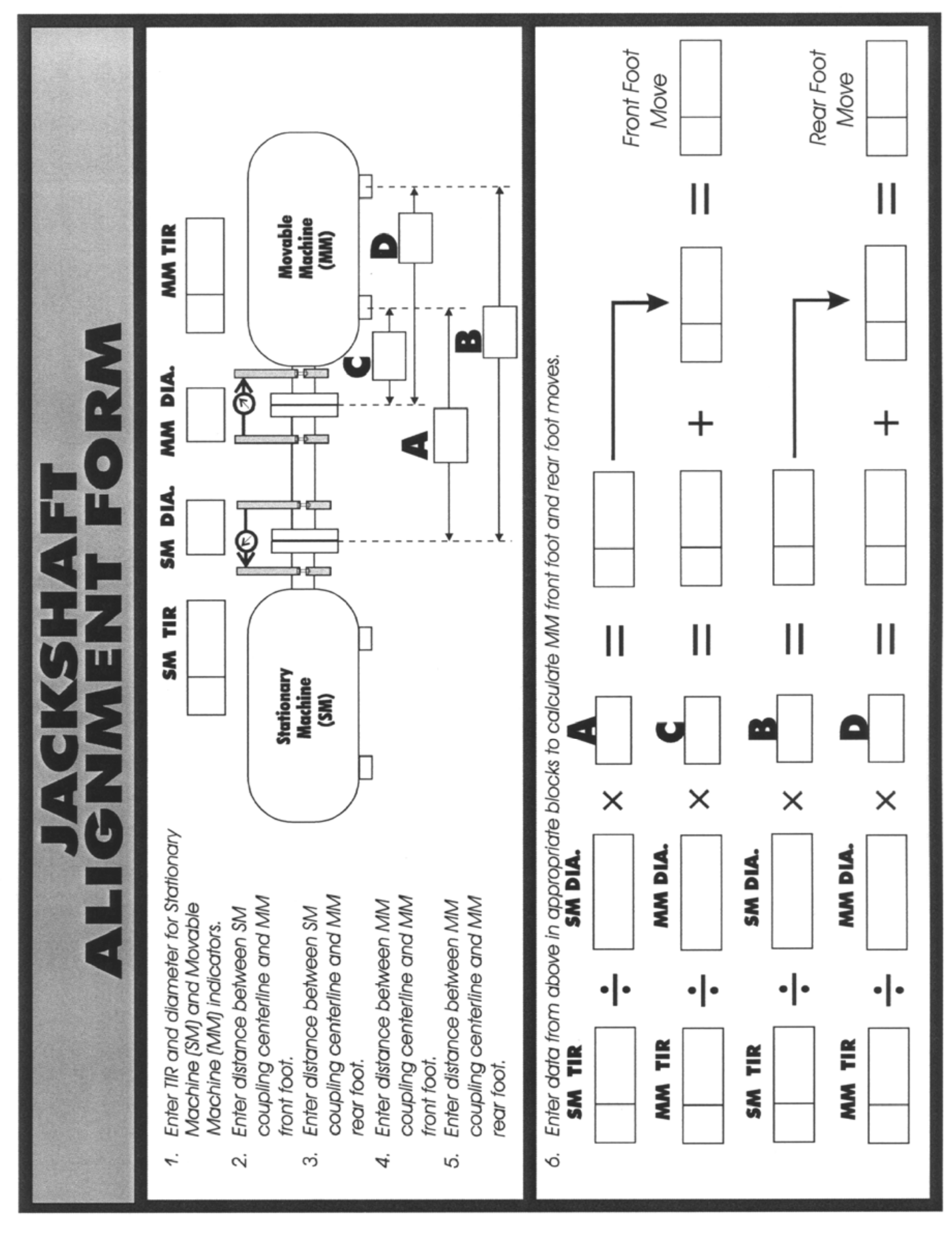
+ 224 + - 66 = + 158 (Rear Foot Move)

الشكل 76- حساب توازن عمود الإدارة المتوسط (مثال #1)

تمرين #1 على توازن عمود الإدارة المتوسط

مستخدمًا: المعلومات التالية، احسب حركات الرفادات المطلوبة لإجراء التوازن التام لمجموعة الآلات وعمود الإدارة المتوسط. استخدم النموذج الموجود في الشكل 77 لحساب الحركة.

- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة الثابتة +.011"
- إجمالي قراءات مؤشرات الآلة المتحركة. -.017"
- قطر مؤشر الآلة الثابتة. 16"
- قطر مؤشر الآلة المتحركة 16"
- البعد "A". 58"
- البعد "B". 74"
- البعد "C". 16"
- البعد "D" 32"



الشكل 77- تمرين #1 على توازن عمود الإدارة المتوسط

ملخص



يتناول هذا الفصل بعض أنواع التوازن غير القياسية مثل الأقدام المتعددة والآلات المتعددة وأعمدة الإدارة المتوسطة ، يمكن إجراء التوازن الدقيق في كل هذه الحالات.

- يتم إجراء توازن الآلات التي تحتوي على أقدام متعددة بالضبط ككل الآلات الأخرى، من الضروري فقط أن تضيف قدمًا أخرى للعملية الحسابية أو عملية التخطيط.
- يمكن إجراء التوازن على الآلات المتعددة أيضًا مثل عمليات التوازن الأخرى، فهي تحتاج إلى تحليلها فقط إلى تسلسل منطقي لعمليات التوازن المستقلة.
- يتم الاستعانة بعملية قراءة الوجه المزدوجة في إجراء توازن عمود التوازن المتوسط، حيث تحتل الزاوية فقط بؤرة الاهتمام.

أسئلة للمراجعة

1. ما المقصود بالآلات ذات الأقدام المتعددة في عملية التوازن؟

2. ما هي أنواع التوازن التي يمكن استخدامها في الآلات التي تحتوي على العديد من الأقدام.

3. إذا كان هناك محرك يدير مضخة من خلال علبة تروس منفصلة (مجموعة آلات)، ما هو الترتيب المطلوب للتوازن.

4. ما هي مميزات استخدام طريقة توازن قياسية عند إجراء التوازن لآلة مزودة بعمود إدارة متوسط؟

5. ما هو نوع عدم التوازن الوحيد الذي يؤخذ في الاعتبار أثناء توازن عمود الإدارة المتوسط؟

مسرد المصطلحات

يقدم المسرد التالي تعريفًا لبعض المصطلحات المستخدمة كثيرًا في دليل التدريب هذا.

المصطلح	التعريف
	تأثير الجاذبية على أحد التثبيتات.
	الحركة الأفقية المطلوبة تعتبر أكبر من قيمة التفاوت المسموح به في القدم.
	تلمس القدم القاعدة في الجزء الخارجي، ولكن الجزء الداخلي من القدم ملتو صانعًا بذلك زاوية بين القاعدة وأسفل القدم.
	عند انفكاك مسمار الإرساء، لا يصل القدم بكل بساطة إلى القاعدة، وبالتالي تنشأ فجوة بين القدم والقاعدة. يكون الجزء السفلي من القدم موازيًا لصفيحة القاعدة.
	وتُعرف "القدم غير الثابتة" بأنها الحالة التي لا ترتكز فيها أقدام الآلة على نفس مستوى القاعدة".
	في هذه الحالة لا توجد فجوة تحت القدم عند إجراء الفحص باستخدام المقياس المجسي. تُوضع الرفادات تحت القدم لتحقيق توازن الآلة، أو للتخلص من حالة القدم غير الثابتة. إن استخدام الكثير من الرفادات أو الرفادات الملتوية أو المطوية تحت القدم يؤدي إلى إنتاج حالة من حالات القدم غير الثابتة.
	تحدث بسبب القوى الخارجة عن الآلة. ويمكن أن تكون نتيجة الإجهاد أو الضغط على الأنبوبة المستحث بواسطة الوصلات الكهربائية بالإضافة إلى الخلل الشديد في التوازن.
	تعني تغبر الوضعية الرأسية للآلة نتيجة تمدد المعدن أثناء ارتفاع درجة الحرارة.
	تعني تغبر الوضعية الرأسية للآلة نتيجة انكماش المعدن أثناء انخفاض درجة الحرارة.
	قد يحدث أيضًا التواء للقدم ولكن لأعلى، بحيث لا تلمس الحافة الخارجية القاعدة ويحدث الانحراف عبر الجزء الخارجي من القدم.